

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

Гладкова И. В., доцент, канд. филос. н.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ**

Б1.О.01 ФИЛОСОФИЯ

Направление

29.03.04 Технология художественной обработки материалов

Профиль

Технология художественной обработки материалов



ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 00899356C4B8E7194321D0149160B2398C
Владелец: Зубов Владимир Владимирович
Действителен: с 26.06.2024 до 19.09.2025

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	3
1	Методические рекомендации по работе с текстом лекций	5
2	Методические рекомендации по подготовке к опросу	8
3	Методические рекомендации по подготовке доклада (презентации)	9
4	Методические рекомендации по написанию эссе	11
5	Методические рекомендации по подготовке к семинарским занятиям	14
6	Методические рекомендации по подготовке к дискуссии	15
7	Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов	17
	Заключение	20
	Список использованных источников	21

ВВЕДЕНИЕ

Инициативная самостоятельная работа студента есть неотъемлемая составная часть учебы в вузе. В современном формате высшего образования значительно возрастает роль самостоятельной работы студента. Правильно спланированная и организованная самостоятельная работа обеспечивает достижение высоких результатов в учебе.

Самостоятельная работа студента (СРС) - это планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия, при сохранении ведущей роли студентов.

Целью СРС является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками по профилю будущей специальности, опытом творческой, исследовательской деятельности, развитие самостоятельности. Ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровней. Самостоятельная работа студента – важнейшая составная часть учебного процесса, обязательная для каждого студента, объем которой определяется учебным планом. Методологическую основу СРС составляет деятельностный подход, при котором цели обучения ориентированы на формирование умений решать типовые и нетиповые задачи, т. е. на реальные ситуации, в которых студентам надо проявить знание конкретной дисциплины. Предметно и содержательно СРС определяется государственным образовательным стандартом, действующими учебными планами и образовательными программами различных форм обучения, рабочими программами учебных дисциплин, средствами обеспечения СРС: учебниками, учебными пособиями и методическими руководствами, учебно-программными комплексами и т.д.

Самостоятельная работа студентов может рассматриваться как организационная форма обучения - система педагогических условий, обеспечивающих управление учебной деятельностью студентов по освоению знаний и умений в области учебной и научной деятельности без посторонней помощи.

Самостоятельная работа студентов проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирования практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развития исследовательских умений;
- получения навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

Самостоятельная работа студента - это особым образом организованная деятельность, включающая в свою структуру такие компоненты, как:

- уяснение цели и поставленной учебной задачи;
- четкое и системное планирование самостоятельной работы;
- поиск необходимой учебной и научной информации;
- освоение информации и ее логическая переработка;
- использование методов исследовательской, научно-исследовательской работы для решения поставленных задач;

- выработка собственной позиции по поводу полученной задачи;
- представление, обоснование и защита полученного решения;
- проведение самоанализа и самоконтроля.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы: аудиторная и внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию: текущие консультации, коллоквиум, прием и разбор домашних заданий и другие.

Внеаудиторная самостоятельная работа - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия: подготовка презентаций, составление глоссария, подготовка к практическим занятиям, подготовка рецензий, аннотаций на статью, подготовка к дискуссиям, круглым столам.

СРС может включать следующие формы работ:

- изучение лекционного материала;
- работа с источниками литературы: поиск, подбор и обзор литературы и электронных источников информации по заданной проблеме курса;
- выполнение домашних заданий, выдаваемых на практических занятиях: тестов, докладов, контрольных работ и других форм текущего контроля;
- изучение материала, вынесенного на самостоятельное изучение; подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к контрольной работе или коллоквиуму;
- подготовка к зачету, экзамену, другим аттестациям;
- написание реферата, эссе по заданной проблеме;
- выполнение расчетно-графической работы;
- выполнение курсовой работы или проекта;
- анализ научной публикации по определенной преподавателем теме, ее реферирование;
- исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах.

Особенностью организации самостоятельной работы студентов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета /экзамена, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения. Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует студентам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов online и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

Подготовка к самостоятельной работе, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется студентами инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, контрольные работы, защита творческих работ и электронных презентаций и др.

1. Методические рекомендации по работе с текстом лекций

На лекционных занятиях необходимо конспектировать учебный материал. Обращать внимание на формулировки, определения, раскрывающие содержание тех или иных понятий, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском мастерстве. Внимательное слушание и конспектирование лекций предполагает интенсивную умственную деятельность студента, и помогает усвоить учебный материал.

Желательно оставлять в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений, фиксировать вопросы, вызывающие личный интерес, варианты ответов на них, сомнения, проблемы, спорные положения. Рекомендуется вести записи на одной стороне листа, оставляя вторую сторону для размышлений, разборов, вопросов, ответов на них, для фиксирования деталей темы или связанных с ней фактов, которые припоминаются самим студентом в ходе слушания.

Слушание лекций - сложный вид интеллектуальной деятельности, успех которой обусловлен *умением слушать*, и стремлением воспринимать материал, нужное записывая в тетрадь. Запись лекции помогает сосредоточить внимание на главном, в ходе самой лекции продумать и осмыслить услышанное, осознать план и логику изложения материала преподавателем.

Такая работа нередко вызывает трудности у студентов: некоторые стремятся записывать все дословно, другие пишут отрывочно, хаотично. Чтобы избежать этих ошибок, целесообразно придерживаться ряда правил.

1. После записи ориентирующих и направляющих внимание данных (тема, цель, план лекции, рекомендованная литература) важно попытаться проследить, как они раскрываются в содержании, подкрепляются формулировками, доказательствами, а затем и выводами.

2. Записывать следует основные положения и доказывающие их аргументы, наиболее яркие примеры и факты, поставленные преподавателем вопросы для самостоятельной проработки.

3. Стремиться к четкости записи, ее последовательности, выделяя темы, подтемы, вопросы и подвопросы, используя цифровую и буквенную нумерацию (римские и арабские цифры, большие и малые буквы), красные строки, выделение абзацев, подчеркивание главного и т.д.

Форма записи материала может быть различной - в зависимости от специфики изучаемого предмета. Это может быть стиль учебной программы (назывные предложения), уместны и свои краткие пояснения к записям.

Студентам не следует подробно записывать на лекции «все подряд», но обязательно фиксировать то, что преподаватели диктуют – это базовый конспект, содержащий основные положения лекции: определения, выводы, параметры, критерии, аксиомы, постулаты, парадигмы, концепции, ситуации, а также мысли-маяки (ими часто являются афоризмы, цитаты, остроумные изречения). Запись лекции лучше вести в сжатой форме, короткими и четкими фразами. Каждому студенту полезно выработать свою систему сокращений, в которой он мог бы разобраться легко и безошибочно.

Даже отлично записанная лекция предполагает дальнейшую самостоятельную работу над ней (осмысление ее содержания, логической структуры, выводов). С целью доработки конспекта лекции необходимо в первую очередь прочитать записи, восстановить текст в памяти, а также исправить описки, расшифровать не принятые ранее сокращения, заполнить пропущенные места, понять текст, вникнуть в его смысл. Далее прочитать материал по рекомендуемой литературе, разрешая в ходе чтения возникшие ранее затруднения, вопросы, а также дополняя и исправляя свои записи. В ходе доработки конспекта углубляются, расширяются и закрепляются знания, а также дополняется, исправляется и совершенствуется конспект. Доработанный конспект и рекомендуемая

литература используется при подготовке к практическому занятию. Знание лекционного материала при подготовке к практическому занятию обязательно.

Особенно важно в процессе самостоятельной работы над лекцией выделить новый понятийный аппарат, уяснить суть новых понятий, при необходимости обратиться к словарям и другим источникам, заодно устранив неточности в записях. Главное - вести конспект аккуратно и регулярно, только в этом случае он сможет стать подспорьем в изучении дисциплины.

Работа над лекцией стимулирует самостоятельный поиск ответов на самые различные вопросы: над какими понятиями следует поработать, какие обобщения сделать, какой дополнительный материал привлечь.

Важным средством, направляющим самообразование, является выполнение различных заданий по тексту лекции, например, составление ее развернутого плана или тезисов; ответы на вопросы проблемного характера, (скажем, об основных тенденциях развития той или иной проблемы); составление проверочных тестов по проблеме, написание по ней реферата, составление графических схем.

По своим задачам лекции могут быть разных жанров: *установочная лекция* вводит в изучение курса, предмета, проблем (что и как изучать), а *обобщающая лекция* позволяет подвести итог (зачем изучать), выделить главное, усвоить законы развития знания, преемственности, новаторства, чтобы применить обобщенный позитивный опыт к решению современных практических задач. Обобщающая лекция ориентирует в истории и современном состоянии научной проблемы.

В процессе освоения материалов обобщающих лекций студенты могут выполнять задания разного уровня. Например: задания *репродуктивного* уровня (составить развернутый план обобщающей лекции, составить тезисы по материалам лекции); задания *продуктивного* уровня (ответить на вопросы проблемного характера, составить опорный конспект по схеме, выявить основные тенденции развития проблемы); задания *творческого* уровня (составить проверочные тесты по теме, защитить реферат и графические темы по данной проблеме). Обращение к ранее изученному материалу не только помогает восстановить в памяти известные положения, выводы, но и приводит разрозненные знания в систему, углубляет и расширяет их. Каждый возврат к старому материалу позволяет найти в нем что-то новое, переосмыслить его с иных позиций, определить для него наиболее подходящее место в уже имеющейся системе знаний.

.

2. Методические указания по подготовке к опросу

Самостоятельная работа обучающихся включает подготовку к устному или письменному опросу на семинарских занятиях. Для этого обучающийся изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

Письменный опрос

Письменный опрос является одной из форм текущего контроля успеваемости студента. При изучении материала студент должен убедиться, что хорошо понимает основную терминологию темы, умеет ее использовать в нужном контексте. Желательно составить краткий конспект ответа на предполагаемые вопросы письменной работы, чтобы убедиться в том, что студент владеет материалом и может аргументировано, логично и грамотно письменно изложить ответ на вопрос. Следует обратить особое внимание на написание профессиональных терминов, чтобы избежать грамматических ошибок в работе. При изучении новой для студента терминологии рекомендуется изготовить карточки, которые содержат новый термин и его расшифровку, что значительно облегчит работу над материалом.

Устный опрос

Целью устного собеседования являются обобщение и закрепление изученного курса. Студентам предлагаются для освещения сквозные концептуальные проблемы. При подготовке следует использовать лекционный материал и учебную литературу. Для более глубокого постижения курса и более основательной подготовки рекомендуется познакомиться с указанной дополнительной литературой. Готовясь к семинару, студент должен, прежде всего, ознакомиться с общим планом семинарского занятия. Следует внимательно прочесть свой конспект лекции по изучаемой теме и рекомендуемую к теме семинара литературу. С незнакомыми терминами и понятиями следует ознакомиться в предлагаемом глоссарии, словаре или энциклопедии ¹.

Критерии качества устного ответа.

1. Правильность ответа по содержанию.
2. Полнота и глубина ответа.
3. Сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала).
4. Логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться профессиональной терминологией).
5. Рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели).
6. Своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе).
7. Использование дополнительного материала (приветствуется, но не обязательно для всех студентов).
8. Рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей студентов)².

¹ Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://lesgaft.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii_dlya_studentov_21.pdf

² Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: http://priab.ru/images/metod_agro/Metod_Inostran_yazyk_35.03.04_Agro_15.01.2016.pdf

Ответ на каждый вопрос из плана семинарского занятия должен быть содержательным и аргументированным. Для этого следует использовать документы, монографическую, учебную и справочную литературу.

Для успешной подготовки к устному опросу, студент должен законспектировать рекомендуемую литературу, внимательно осмыслить лекционный материал и сделать выводы. Объем времени на подготовку к устному опросу зависит от сложности темы и особенностей организации обучающимся своей самостоятельной работы.

2. Методические рекомендации по подготовке доклада (презентации)

Доклад – публичное сообщение по заданной теме, представляющее собой развернутое изложение на определенную тему, вид самостоятельной работы, который используется в учебных и внеаудиторных занятиях и способствует формированию навыков исследовательской работы, освоению методов научного познания, приобретению навыков публичного выступления, расширяет познавательные интересы, приучает критически мыслить.

При подготовке доклада используется дополнительная литература, систематизируется материал. Работа над докладом не только позволяет учащемуся приобрести новые знания, но и способствует формированию важных научно-исследовательских навыков самостоятельной работы с научной литературой, что повышает познавательный интерес к научному познанию.

Приветствуется использование мультимедийных технологий, подготовка докладов-презентаций.

Доклад должен соответствовать следующим требованиям:

- тема доклада должна быть согласована с преподавателем и соответствовать теме занятия;
- иллюстрации (слайды в презентации) должны быть достаточными, но не чрезмерными;
- материалы, которыми пользуется студент при подготовке доклада-презентации, должны соответствовать научно-методическим требованиям ВУЗа и быть указаны в докладе;
- необходимо соблюдать регламент: 7-10 минут выступления.

Преподаватель может дать тему сразу нескольким студентам одной группы, по принципу: докладчик и оппонент. Студенты могут подготовить два выступления с противоположными точками зрения и устроить дискуссию по проблемной теме. Докладчики и содокладчики во многом определяют содержание, стиль, активность данного занятия, для этого необходимо:

- использовать технические средства;
- знать и хорошо ориентироваться в теме всей презентации (семинара);
- уметь дискутировать и быстро отвечать на вопросы;
- четко выполнять установленный регламент: докладчик - 7-10 мин.; содокладчик - 5 мин.; дискуссия - 10 мин;
- иметь представление о композиционной структуре доклада.

После выступления докладчик и содокладчик, должны ответить на вопросы слушателей.

В подготовке доклада выделяют следующие этапы:

1. Определение цели доклада: информировать, объяснить, обсудить что-то (проблему, решение, ситуацию и т. п.)
2. Подбор литературы, иллюстративных примеров.
3. Составление плана доклада, систематизация материала, композиционное оформление доклада в виде печатного /рукописного текста и электронной презентации.

Общая структура доклада

Построение доклада включает три части: вступление, основную часть и заключение.

Вступление.

Вступление должно содержать:

- название презентации (доклада);
- сообщение основной идеи;
- обоснование актуальности обсуждаемого вопроса;
- современную оценку предмета изложения;
- краткое перечисление рассматриваемых вопросов;

- живую интересную форму изложения;
- акцентирование оригинальности подхода.

Основная часть.

Основная часть состоит из нескольких разделов, постепенно раскрывающих тему. Возможно использование иллюстрации (графики, диаграммы, фотографии, карты, рисунки). Если необходимо, для обоснования темы используется ссылка на источники с доказательствами, взятыми из литературы (цитирование авторов, указание цифр, фактов, определений). Изложение материала должно быть связным, последовательным, доказательным.

Задача основной части - представить достаточно данных для того, чтобы слушатели и заинтересовались темой и захотели ознакомиться с материалами. При этом логическая структура теоретического блока не должны даваться без наглядных пособий, аудио-визуальных и визуальных материалов.

Заключение.

Заключение - это ясное четкое обобщение, в котором подводятся итоги, формулируются главные выводы, подчеркивается значение рассмотренной проблемы, предлагаются самые важные практические рекомендации. Требования к оформлению доклада. Объем машинописного текста доклада должен быть рассчитан на произнесение доклада в течение 7 -10 минут (3-5 машинописных листа текста с докладом).

Электронные презентации выполняются в программе MS PowerPoint в виде слайдов в следующем порядке:

- титульный лист с заголовком темы и автором исполнения презентации;
- план презентации (5-6 пунктов - это максимум);
- основная часть (не более 10 слайдов);
- заключение (вывод).

Общие требования к стилевому оформлению презентации:

- дизайн должен быть простым и лаконичным;
- основная цель - читаемость, а не субъективная красота; цветовая гамма должна состоять не более чем из двух-трех цветов;
- всегда должно быть два типа слайдов: для титульных и для основного текста;
- размер шрифта должен быть: 24–54 пункта (заголовок), 18–36 пунктов (обычный текст);
- текст должен быть свернут до ключевых слов и фраз. Полные развернутые предложения на слайдах таких презентаций используются только при цитировании; каждый слайд должен иметь заголовок;
- все слайды должны быть выдержаны в одном стиле;
- на каждом слайде должно быть не более трех иллюстраций;
- слайды должны быть пронумерованы с указанием общего количества слайдов.

4. Методические рекомендации по написанию эссе

Эссе - это самостоятельная письменная работа на тему, предложенную преподавателем. Цель эссе состоит в развитии навыков самостоятельного творческого мышления и письменного изложения собственных мыслей. Писать эссе чрезвычайно полезно, поскольку это позволяет автору научиться четко и грамотно формулировать мысли, структурировать информацию, использовать основные категории анализа, выделять причинно-следственные связи, иллюстрировать понятия соответствующими примерами, аргументировать свои выводы; овладеть научным стилем речи.

Эссе должно содержать: четкое изложение сути поставленной проблемы, включать самостоятельно проведенный анализ этой проблемы с использованием концепций и аналитического инструментария, рассматриваемого в рамках дисциплины, выводы, обобщающие авторскую позицию по поставленной проблеме. В зависимости от специфики дисциплины формы эссе могут значительно дифференцироваться. В некоторых случаях это может быть анализ имеющихся статистических данных по изучаемой проблеме, анализ материалов из средств массовой информации и использованием изучаемых моделей, подробный разбор предложенной задачи с развернутыми мнениями, подбор и детальный анализ примеров, иллюстрирующих проблему и т.д.

Построение эссе - это ответ на вопрос или раскрытие темы, которое основано на классической системе доказательств.

Структура эссе

1. *Титульный лист* (заполняется по единой форме);
2. *Введение* - суть и обоснование выбора данной темы, состоит из ряда компонентов, связанных логически и стилистически.

На этом этапе очень важно правильно *сформулировать вопрос, на который вы собираетесь найти ответ в ходе своего исследования.*

3. *Основная часть* - теоретические основы выбранной проблемы и изложение основного вопроса.

Данная часть предполагает развитие аргументации и анализа, а также обоснование их, исходя из имеющихся данных, других аргументов и позиций по этому вопросу. В этом заключается основное содержание эссе и это представляет собой главную трудность. Поэтому важное значение имеют подзаголовки, на основе которых осуществляется структурирование аргументации; именно здесь необходимо обосновать (логически, используя данные или строгие рассуждения) предлагаемую аргументацию/анализ. Там, где это необходимо, в качестве аналитического инструмента можно использовать графики, диаграммы и таблицы.

В зависимости от поставленного вопроса анализ проводится на основе следующих категорий:

Причина - следствие, общее - особенное, форма - содержание, часть - целое, постоянство - изменчивость.

В процессе построения эссе необходимо помнить, что один параграф должен содержать только одно утверждение и соответствующее доказательство, подкрепленное графическим и иллюстративным материалом. Следовательно, наполняя содержанием разделы аргументацией (соответствующей подзаголовкам), необходимо в пределах параграфа ограничить себя рассмотрением одной главной мысли.

Хорошо проверенный (и для большинства — совершенно необходимый) способ построения любого эссе - использование подзаголовков для обозначения ключевых моментов аргументированного изложения: это помогает посмотреть на то, что предполагается сделать (и ответить на вопрос, хорош ли замысел). Такой подход поможет следовать точно определенной цели в данном исследовании. Эффективное использование подзаголовков - не только обозначение основных пунктов, которые необходимо осветить.

Их последовательность может также свидетельствовать о наличии или отсутствии логичности в освещении темы.

4. *Заключение* - обобщения и аргументированные выводы по теме с указанием области ее применения и т.д. Подытоживает эссе или еще раз вносит пояснения, подкрепляет смысл и значение изложенного в основной части. Методы, рекомендуемые для составления заключения: повторение, иллюстрация, цитата, впечатляющее утверждение. Заключение может содержать такой очень важный, дополняющий эссе элемент, как указание на применение (импликацию) исследования, не исключая взаимосвязи с другими проблемами.

Структура аппарата доказательств, необходимых для написания эссе

Доказательство - это совокупность логических приемов обоснования истинности какого-либо суждения с помощью других истинных и связанных с ним суждений. Оно связано с убеждением, но не тождественно ему: аргументация или доказательство должны основываться на данных науки и общественно-исторической практики, убеждения же могут быть основаны на предрассудках, неосведомленности людей в вопросах экономики и политики, видимости доказательности. Другими словами, доказательство или аргументация - это рассуждение, использующее факты, истинные суждения, научные данные и убеждающее нас в истинности того, о чем идет речь.

Структура любого доказательства включает в себя три составляющие: тезис, аргументы и выводы или оценочные суждения.

Тезис - это положение (суждение), которое требуется доказать. *Аргументы* - это категории, которыми пользуются при доказательстве истинности тезиса. *Вывод* - это мнение, основанное на анализе фактов. *Оценочные суждения* - это мнения, основанные на наших убеждениях, верованиях или взглядах. *Аргументы* обычно делятся на следующие группы:

1. *Удостоверенные факты* — фактический материал (или статистические данные).
2. *Определения* в процессе аргументации используются как описание понятий, связанных с тезисом.
3. *Законы* науки и ранее доказанные теоремы тоже могут использоваться как аргументы доказательства.

Требования к фактическим данным и другим источникам

При написании эссе чрезвычайно важно то, как используются эмпирические данные и другие источники (особенно качество чтения). Все (фактические) данные соотносятся с конкретным временем и местом, поэтому прежде, чем их использовать, необходимо убедиться в том, что они соответствуют необходимому для исследований времени и месту. Соответствующая спецификация данных по времени и месту — один из способов, который может предотвратить чрезмерное обобщение, результатом которого может, например, стать предположение о том, что все страны по некоторым важным аспектам одинаковы (если вы так полагаете, тогда это должно быть доказано, а не быть голословным утверждением).

Всегда можно избежать чрезмерного обобщения, если помнить, что в рамках эссе используемые данные являются иллюстративным материалом, а не заключительным актом, т.е. они подтверждают аргументы и рассуждения и свидетельствуют о том, что автор умеет использовать данные должным образом. Нельзя забывать также, что данные, касающиеся спорных вопросов, всегда подвергаются сомнению. От автора не ждут определенного или окончательного ответа. Необходимо понять сущность фактического материала, связанного с этим вопросом (соответствующие индикаторы? насколько надежны данные для построения таких индикаторов? к какому заключению можно прийти на основании имеющихся данных и индикаторов относительно причин и следствий? и т.д.), и продемонстрировать это в эссе. Нельзя ссылаться на работы, которые автор эссе не читал сам.

5. Методические рекомендации по подготовке семинарским занятиям

Семинар представляет собой комплексную форму и завершающее звено в изучении определенных тем, предусмотренных программой учебной дисциплины. Комплексность данной формы занятий определяется тем, что в ходе её проведения сочетаются выступления обучающихся и преподавателя: рассмотрение обсуждаемой проблемы и анализ различных, часто дискуссионных позиций; обсуждение мнений обучающихся и разъяснение (консультация) преподавателя; углубленное изучение теории и приобретение навыков умения ее использовать в практической работе.

По своему назначению семинар, в процессе которого обсуждается та или иная научная проблема, способствует:

- углубленному изучению определенного раздела учебной дисциплины, закреплению знаний;
- отработке методологии и методических приемов познания;
- выработке аналитических способностей, умения обобщения и формулирования выводов;
- приобретению навыков использования научных знаний в практической деятельности;
- выработке умения кратко, аргументированно и ясно излагать обсуждаемые вопросы;
- осуществлению контроля преподавателя за ходом обучения.

Семинары представляет собой *дискуссию* в пределах обсуждаемой темы (проблемы). Дискуссия помогает участникам семинара приобрести более совершенные знания, проникнуть в суть изучаемых проблем. Выработать методологию, овладеть методами анализа социально-экономических процессов. Обсуждение должно носить творческий характер с четкой и убедительной аргументацией.

По своей структуре семинар начинается со вступительного слова преподавателя, в котором кратко излагаются место и значение обсуждаемой темы (проблемы) в данной дисциплине, напоминаются порядок и направления ее обсуждения. Конкретизируется ранее известный обучающимся план проведения занятия. После этого начинается процесс обсуждения вопросов обучающимися. Завершается занятие подведением итогов обсуждения, заключительным словом преподавателя.

Проведение семинарских занятий в рамках учебной группы (20 - 25 человек) позволяет обеспечить активное участие в обсуждении проблемы всех присутствующих.

По ходу обсуждения темы помните, что изучение теории должно быть связано с определением (выработкой) средств, путей применения теоретических положений в практической деятельности, например, при выполнении функций государственного служащего. В то же время важно не свести обсуждение научной проблемы только к пересказу случаев из практики работы, к критике имеющих место недостатков. Дискуссии имеют важное значение: учат дисциплине ума, умению выступать по существу, мыслить логически, выделяя главное, критически оценивать выступления участников семинара.

В процессе проведения семинара обучающиеся могут использовать разнообразные по своей форме и характеру пособия, демонстрируя фактический, в том числе статистический материал, убедительно подтверждающий теоретические выводы и положения. В завершение обсудите результаты работы семинара и сделайте выводы, что хорошо усвоено, а над чем следует дополнительно поработать.

В целях эффективности семинарских занятий необходима обстоятельная подготовка к их проведению. В начале семестра (учебного года) возьмите в библиотеке необходимые методические материалы для своевременной подготовки к семинарам. Готовясь к конкретной теме занятия следует ознакомиться с новыми официальными документами, статьями в периодических журналах, вновь вышедшими монографиями.

6. Методические рекомендации по подготовке к дискуссии

Современная практика предлагает широкий круг типов семинарских занятий. Среди них особое место занимает *семинар-дискуссия*, где в диалоге хорошо усваивается новая информация, видны убеждения студента, обсуждаются противоречия (явные и скрытые) и недостатки. Для обсуждения берутся конкретные актуальные вопросы, с которыми студенты предварительно ознакомлены. Дискуссия является одной из наиболее эффективных технологий группового взаимодействия, обладающей особыми возможностями в обучении, развитии и воспитании будущего специалиста.

Дискуссия (от лат. *discussio* - рассмотрение, исследование) - способ организации совместной деятельности с целью интенсификации процесса принятия решений в группе посредством обсуждения какого-либо вопроса или проблемы.

Дискуссия обеспечивает активное включение студентов в поиск истины; создает условия для открытого выражения ими своих мыслей, позиций, отношений к обсуждаемой теме и обладает особой возможностью воздействия на установки ее участников в процессе группового взаимодействия. Дискуссию можно рассматривать как *метод интерактивного обучения* и как особую технологию, включающую в себя другие методы и приемы обучения: «мозговой штурм», «анализ ситуаций» и т.д.

Обучающий эффект дискуссии определяется предоставляемой участнику возможностью получить разнообразную информацию от собеседников, продемонстрировать и повысить свою компетентность, проверить и уточнить свои представления и взгляды на обсуждаемую проблему, применить имеющиеся знания в процессе совместного решения учебных и профессиональных задач.

Развивающая функция дискуссии связана со стимулированием творчества обучающихся, развитием их способности к анализу информации и аргументированному, логически выстроенному доказательству своих идей и взглядов, с повышением коммуникативной активности студентов, их эмоциональной включенности в учебный процесс.

Влияние дискуссии на личностное становление студента обусловливается ее целостно - ориентирующей направленностью, созданием благоприятных условий для проявления индивидуальности, самоопределения в существующих точках зрения на определенную проблему, выбора своей позиции; для формирования умения взаимодействовать с другими, слушать и слышать окружающих, уважать чужие убеждения, принимать оппонента, находить точки соприкосновения, соотносить и согласовывать свою позицию с позициями других участников обсуждения.

Безусловно, наличие оппонентов, противоположных точек зрения всегда обостряет дискуссию, повышает ее продуктивность, позволяет создавать с их помощью конструктивный конфликт для более эффективного решения обсуждаемых проблем.

Существует несколько видов дискуссий, использование того или иного типа дискуссии зависит от характера обсуждаемой проблемы и целей дискуссии.

Дискуссия- диалог чаще всего применяется для совместного обсуждения учебных и производственных проблем, решение которых может быть достигнуто путем взаимодополнения, группового взаимодействия по принципу «индивидуальных вкладов» или на основе согласования различных точек зрения, достижения консенсуса.

Дискуссия - спор используется для всестороннего рассмотрения сложных проблем, не имеющих однозначного решения даже в науке, социальной, политической жизни, производственной практике и т.д. Она построена на принципе «позиционного противостояния» и ее цель - не столько решить проблему, сколько побудить участников дискуссии задуматься над проблемой, уточнить и определить свою позицию; научить аргументировано отстаивать свою точку зрения и в то же время осознать право других иметь свой взгляд на эту проблему, быть индивидуальностью.

Условия эффективного проведения дискуссии:

- информированность и подготовленность студентов к дискуссии,
- свободное владение материалом, привлечение различных источников для аргументации отстаиваемых положений;
- правильное употребление понятий, используемых в дискуссии, их единообразное понимание;
- корректность поведения, недопустимость высказываний, задевающих личность оппонента; установление регламента выступления участников;
- полная включенность группы в дискуссию, участие каждого студента в ней.

Подготовка студентов к дискуссии: если тема объявлена заранее, то следует ознакомиться с указанной литературой, необходимыми справочными материалами, продумать свою позицию, четко сформулировать аргументацию, выписать цитаты, мнения специалистов.

В проведении дискуссии выделяется несколько этапов.

Этап 1-й, введение в дискуссию: формулирование проблемы и целей дискуссии; определение значимости проблемы, совместная выработка правил дискуссии; выяснение однозначности понимания темы дискуссии, используемых в ней терминов, понятий.

Этап 2-й, обсуждение проблемы: обмен участниками мнениями по каждому вопросу. Цель этапа - собрать максимум мнений, идей, предложений, соотнося их друг с другом.

Этап 3-й, подведение итогов обсуждения: выработка студентами согласованного мнения и принятие группового решения.

Далее подводятся итоги дискуссии, заслушиваются и защищаются проектные задания. После этого проводится "мозговой штурм" по нерешенным проблемам дискуссии, а также выявляются прикладные аспекты, которые можно рекомендовать для включения в курсовые и дипломные работы или в апробацию на практике.

Семинары-дискуссии проводятся с целью выявления мнения студентов по актуальным и проблемным вопросам.

7. Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов

Экзамен - одна из важнейших частей учебного процесса, имеющая огромное значение.

Во-первых, готовясь к экзамену, студент приводит в систему знания, полученные на лекциях, семинарах, практических и лабораторных занятиях, разбирается в том, что осталось непонятным, и тогда изучаемая им дисциплина может быть воспринята в полном объеме с присущей ей строгостью и логичностью, ее практической направленностью. А это чрезвычайно важно для будущего специалиста.

Во-вторых, каждый хочет быть волевым и сообразительным., выдержанным и целеустремленным, иметь хорошую память, научиться быстро находить наиболее рациональное решение в трудных ситуациях. Очевидно, что все эти качества не только украшают человека, но и делают его наиболее действенным членом коллектива. Подготовка и сдача экзамена помогают студенту глубже усвоить изучаемые дисциплины, приобрести навыки и качества, необходимые хорошему специалисту.

Конечно, успех на экзамене во многом обусловлен тем, насколько систематически и глубоко работал студент в течение семестра. Совершенно очевидно, что серьезно продумать и усвоить содержание изучаемых дисциплин за несколько дней подготовки к экзамену просто невозможно даже для очень способного студента. И, кроме того, хорошо известно, что быстро выученные на память разделы учебной дисциплины так же быстро забываются после сдачи экзамена.

При подготовке к экзамену студенты не только повторяют и дорабатывают материал дисциплины, которую они изучали в течение семестра, они обобщают полученные знания, осмысливают методологию предмета, его систему, выделяют в нем основное и главное, воспроизводят общую картину с тем, чтобы яснее понять связь между отдельными элементами дисциплины. Вся эта обобщающая работа проходит в условиях напряжения воли и сознания, при значительном отвлечении от повседневной жизни, т. е. в условиях, благоприятствующих пониманию и запоминанию.

Подготовка к экзаменам состоит в приведении в порядок своих знаний. Даже самые способные студенты не в состоянии в короткий период зачетно-экзаменационной сессии усвоить материал целого семестра, если они над ним не работали в свое время. Для тех, кто мало занимался в семестре, экзамены принесут мало пользы: что быстро пройдено, то быстро и забудется. И хотя в некоторых случаях студент может «проскочить» через экзаменационный барьер, в его подготовке останется серьезный пробел, трудно восполняемый впоследствии.

Определив назначение и роль экзаменов в процессе обучения, попытаемся на этой основе пояснить, как лучше готовиться к ним.

Экзаменам, как правило, предшествует защита курсовых работ (проектов) и сдача зачетов. К экзаменам допускаются только студенты, защитившие все курсовые работы (проекты) и сдавшие все зачеты. В вузе сдача зачетов организована так, что при систематической работе в течение семестра, своевременной и успешной сдаче всех текущих работ, предусмотренных графиком учебного процесса, большая часть зачетов не вызывает повышенной трудности у студента. Студенты, работавшие в семестре по плану, подходят к экзаменационной сессии без напряжения, без излишней затраты сил в последнюю, «зачетную» неделю.

Подготовку к экзамену следует начинать с первого дня изучения дисциплины. Как правило, на лекциях подчеркиваются наиболее важные и трудные вопросы или разделы дисциплины, требующие внимательного изучения и обдумывания. Нужно эти вопросы выделить и обязательно постараться разобраться в них, не дожидаясь экзамена, проработать их, готовясь к семинарам, практическим или лабораторным занятиям, попробовать самостоятельно решить несколько типовых задач. И если, несмотря на это, часть материала осталась неувоенной, ни в коем случае нельзя успокаиваться, надеясь

на то, что это не попадется на экзамене. Факты говорят об обратном; если те или другие вопросы учебной дисциплины не вошли в экзаменационный билет, преподаватель может их задать (и часто задает) в виде дополнительных вопросов.

Точно такое же отношение должно быть выработано к вопросам и задачам, перечисленным в программе учебной дисциплины, выдаваемой студентам в начале семестра. Обычно эти же вопросы и аналогичные задачи содержатся в экзаменационных билетах. Не следует оставлять без внимания ни одного раздела дисциплины: если не удалось в чем-то разобраться самому, нужно обратиться к товарищам; если и это не помогло выяснить какой-либо вопрос до конца, нужно обязательно задать этот вопрос преподавателю на предэкзаменационной консультации. Чрезвычайно важно приучить себя к умению самостоятельно мыслить, учиться думать, понимать суть дела. Очень полезно после проработки каждого раздела восстановить в памяти содержание изученного материала, кратко записав это на листе бумаги, создать карту памяти (умственную карту), изобразить необходимые схемы и чертежи (логико-графические схемы), например, отобразить последовательность вывода теоремы или формулы. Если этого не сделать, то большая часть материала останется не понятой, а лишь формально заученной, и при первом же вопросе экзаменатора студент убедится в том, насколько поверхностно он усвоил материал.

В период экзаменационной сессии происходит резкое изменение режима работы, отсутствует посещение занятий по расписанию. При всяком изменении режима работы очень важно скорее приспособиться к новым условиям. Поэтому нужно сразу выбрать такой режим работы, который сохранился бы в течение всей сессии, т. е. почти на месяц. Необходимо составить для себя новый распорядок дня, чередуя занятия с отдыхом. Для того чтобы сократить потерю времени на включение в работу, рабочие периоды целесообразно делать длительными, разделив день примерно на три части: с утра до обеда, с обеда до ужина и от ужина до сна.

Каждый рабочий период дня надо заканчивать отдыхом. Наилучший отдых в период экзаменационной сессии - прогулка, кратковременная пробежка или какой-либо неусттомительный физический труд.

При подготовке к экзаменам основное направление дают программа учебной дисциплины и студенческий конспект, которые указывают, что наиболее важно знать и уметь делать. Основной материал должен прорабатываться по учебнику (если такой имеется) и учебным пособиям, так как конспекта далеко недостаточно для изучения дисциплины. Учебник должен быть изучен в течение семестра, а перед экзаменом сосредоточьте внимание на основных, наиболее сложных разделах. Подготовку по каждому разделу следует заканчивать восстановлением по памяти его краткого содержания в логической последовательности.

За один - два дня до экзамена назначается консультация. Если ее правильно использовать, она принесет большую пользу. Во время консультации студент имеет полную возможность получить ответ на нее и ясные ему вопросы. А для этого он должен проработать до консультации все темы дисциплины. Кроме того, преподаватель будет отвечать на вопросы других студентов, что будет для вас повторением и закреплением знаний. И еще очень важное обстоятельство: преподаватель на консультации, как правило, обращает внимание на те вопросы, по которым на предыдущих экзаменах ответы были неудовлетворительными, а также фиксирует внимание на наиболее трудных темах дисциплины. Некоторые студенты не приходят на консультации либо потому, что считают, что у них нет вопросов к преподавателю, либо полагают, что у них и так мало времени и лучше самому прочитать материал в конспекте или в учебнике. Это глубокое заблуждение. Никакая другая работа не сможет принести столь значительного эффекта накануне экзамена, как консультация преподавателя.

Но консультация не может возместить отсутствия длительной работы в течение семестра и помочь за несколько часов освоить материал, требующийся к экзамену. На

консультации студент получает ответы на трудные или оставшиеся неясными вопросы и, следовательно, дорабатывается материал. Консультации рекомендуется посещать, подготовив к ним все вопросы, вызывающие сомнения. Если студент придет на консультацию, не проработав всего материала, польза от такой консультации будет невелика.

Итак, *основные советы* для подготовки к сдаче зачетов и экзаменов состоят в следующем:

- лучшая подготовка к зачетам и экзаменам - равномерная работа в течение всего семестра;
- используйте программы учебных дисциплин - это организует вашу подготовку к зачетам и экзаменам;
- учитывайте, что для полноценного изучения учебной дисциплины необходимо время;
- составляйте планы работы во времени;
- работайте равномерно и ритмично;
- курсовые работы (проекты) желательно защищать за одну - две недели до начала зачетно-экзаменационной сессии;
- все зачеты необходимо сдавать до начала экзаменационной сессии;
- помните, что конспект не заменяет учебник и учебные пособия, а помогает выбрать из него основные вопросы и ответы;
- при подготовке наибольшее внимание и время уделяйте трудным и непонятным вопросам учебной дисциплины;
- грамотно используйте консультации;
- соблюдайте правильный режим труда и отдыха во время сессии, это сохранит работоспособность и даст хорошие результаты;
- учитесь владеть собой на зачете и экзамене;
- учитесь точно и кратко передавать свои мысли, поясняя их, если нужно, логико-графическими схемами.

Очень важным условием для правильного режима работы в период экзаменационной сессии является нормальный сон, иначе в день экзамена не будет чувства бодрости и уверенности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методические указания по выполнению самостоятельной работы обучающихся являются неотъемлемой частью процесса обучения в вузе. Правильная организация самостоятельной работы позволяет обучающимся развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, способствует формированию навыков совершенствования профессионального мастерства. Также внеаудиторное время включает в себя подготовку к аудиторным занятиям и изучение отдельных тем, расширяющих и углубляющих представления обучающихся по разделам изучаемой дисциплины.

Таким образом, обучающийся используя методические указания может в достаточном объеме усвоить и успешно реализовать конкретные знания, умения, навыки и получить опыт при выполнении следующих условий: систематическая самостоятельная работа по закреплению полученных знаний и навыков; добросовестное выполнение заданий; выяснение и уточнение отдельных предпосылок, умозаключений и выводов, содержащихся в учебном курсе;

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально - ориентированного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://evolkov.net/case/case.study.html>
2. Методические рекомендации по написанию реферата. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.hse.spb.ru/edu/recommendations/method-referat-2005.phtml>
3. Фролова Н. А. Реферирование и аннотирование текстов по специальности (на материале немецкого языка): Учеб. пособие / ВолгГТУ, Волгоград, 2006. - С.5

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

Железникова А.В.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ
И ЗАДАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Б1.О.02.02 ИСТОРИЯ РОССИИ

Направление подготовки

29.03.04 Технология художественной обработки материалов

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ.....	6
ОСНОВНЫЕ КАТЕГОРИИ ДИСЦИПЛИНЫ.....	10
САМООРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ С ЛИТЕРАТУРОЙ.....	18
ПОДГОТОВКА К ДОКЛАДУ.....	22
ПОДГОТОВКА К ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫМ ЗАДАНИЯМ....	27
ПОДГОТОВКА К ТЕСТИРОВАНИЮ.....	30
ПОДГОТОВКА ЭССЕ.....	31
ПОДГОТОВКА К ОПРОСУ.....	34
ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ.....	36

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа в высшем учебном заведении – это часть учебного процесса, метод обучения, прием учебно-познавательной деятельности, комплексная целевая стандартизованная учебная деятельность с запланированными видом, типом, формами контроля.

Самостоятельная работа представляет собой плановую деятельность обучающихся по поручению и под методическим руководством преподавателя.

Целью самостоятельной работы студентов является закрепление тех знаний, которые они получили на аудиторных занятиях, а также способствование развитию у студентов творческих навыков, инициативы, умению организовать свое время.

Самостоятельная работа реализует следующие задачи:

- предполагает освоение курса дисциплины;
- помогает освоению навыков учебной и научной работы;
- способствует осознанию ответственности процесса познания;
- способствует углублению и пополнению знаний студентов, освоению ими навыков и умений;
- формирует интерес к познавательным действиям, освоению методов и приемов познавательного процесса,
- создает условия для творческой и научной деятельности обучающихся;
- способствует развитию у студентов таких личных качеств, как целеустремленность, заинтересованность, исследование нового.

Самостоятельная работа обучающегося выполняет следующие функции:

- развивающую (повышение культуры умственного труда, приобщение к творческим видам деятельности, обогащение интеллектуальных способностей студентов);
- информационно-обучающую (учебная деятельность студентов на аудиторных занятиях, неподкрепленная самостоятельной работой, становится мало результативной);
- ориентирующую и стимулирующую (процессу обучения придается ускорение и мотивация);
- воспитательную (формируются и развиваются профессиональные качества бакалавра и гражданина);
- исследовательскую (новый уровень профессионально-творческого мышления).

Организация самостоятельной работы студентов должна опираться на определенные требования, а, именно:

- сложность осваиваемых знаний должна соответствовать уровню развития студентов;
- стандартизация заданий в соответствии с логической системой курса дисциплины;
- объем задания должен соответствовать уровню студента;
- задания должны быть адаптированными к уровню студентов.

Содержание самостоятельной работы студентов представляет собой, с одной стороны, совокупность теоретических и практических учебных заданий, которые должен выполнить студент в процессе обучения, объект его деятельности; с другой стороны – это способ деятельности студента по выполнению соответствующего теоретического или практического учебного задания.

Свое внешнее выражение содержание самостоятельной работы студентов находит во всех организационных формах аудиторной и внеаудиторной деятельности, в ходе самостоятельного выполнения различных заданий.

Функциональное предназначение самостоятельной работы студентов в процессе практических занятий по овладению специальными знаниями заключается в самостоятельном прочтении, просмотре, прослушивании, наблюдении, конспектировании, осмыслении, запоминании и воспроизведении определенной информации. Цель и планирование самостоятельной работы студента определяет преподаватель. Вся информация осуществляется на основе ее воспроизведения.

Так как самостоятельная работа тесно связана с учебным процессом, ее необходимо рассматривать в двух аспектах:

1. аудиторная самостоятельная работа – практические занятия;
2. внеаудиторная самостоятельная работа – подготовка к практическим занятиям, подготовка к устному опросу, участию в дискуссиях, решению практико-ориентированных задач и др.

Основные формы организации самостоятельной работы студентов определяются следующими параметрами:

- содержание учебной дисциплины;
- уровень образования и степень подготовленности студентов;
- необходимость упорядочения нагрузки студентов при самостоятельной работе.

Таким образом, самостоятельная работа студентов является важнейшей составной частью процесса обучения.

Методические указания по организации самостоятельной работы и задания для обучающихся по дисциплине *«История России»* обращают внимание студента на главное, существенное в изучаемой дисциплине, помогают выработать умение анализировать явления и факты, связывать теоретические положения с практикой, а также облегчают подготовку к выполнению *контрольной работы* и к сдаче *зачета*.

Настоящие методические указания позволят студентам самостоятельно овладеть фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю подготовки, опытом творческой и исследовательской деятельности, и направлены на формирование компетенций, предусмотренных учебным планом поданному профилю.

Видами самостоятельной работы обучающихся по дисциплине *«История России»* являются:

- повторение материала лекций;

- самостоятельное изучение тем курса (в т. ч. рассмотрение основных категорий дисциплины, работа с литературой);
- подготовка к практическим (семинарским) занятиям (в т. ч. подготовка доклада, подготовка к выполнению практико-ориентированного задания);
- подготовка к тестированию;
- подготовка эссе;
- подготовка контрольной работы;
- подготовка к зачету.

В методических указаниях представлены материалы для самостоятельной работы и рекомендации по организации отдельных её видов.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

Тема 1. Объект, предмет, основные понятия и методы исследования истории

- 1.История как наука. Сущность, формы, функции исторического знания.
- 2.Методы и источники изучения истории. Понятие и классификация исторического источника.
- 3.Концепции исторического процесса.
- 4.История России - неотъемлемая часть всемирной истории.
- 5.Историография отечественной истории.

Тема 2. Славянский этногенез. Образование государства у восточных славян

- 1.Этногенез восточных славян.
- 2.Славяне: расселение, занятия, общественное устройство, верования.
- 3.Предпосылки образования государственности у восточных славян
- 4.Норманнская и антинорманнская теории.
5. Первые князья династии Рюриковичей.
6. Русь и Византия. Первые договоры.

Тема 3. Киевская Русь

Социально-экономический и общественно-политический строй Киевской Руси (конец X – первая треть XII вв.).

- 2.Формирование системы государственного управления. Князья Игорь, Ольга, Святослав.
3. Князь Владимир. Крещение Руси и его значение.
4. Ярослав Мудрый. «Русская правда» - первый свод законов Древнерусского государства. Владимир Мономах.

Тема 4. Русь в эпоху феодальной раздробленности

- 1.Предпосылки распада Киевской Руси и начала феодальной раздробленности.
2. Политическая раздробленность на Руси
 - а) Новгородская боярская республика.
 - б) Владимиро-Суздальская Русь. Юрий Долгорукий, Андрей Боголюбский, Всеволод Большое Гнездо.
 - в) Галицко-Волынская земля. Ростислав Мстиславич, Даниил Романович.
 - г) Киевская земля в период феодальной раздробленности.
3. Последствия раздробленности.
4. Завоевательные походы монголов и нашествие Батыя на Русь.
5. Борьба с немецко-шведской агрессией. Деятельность А.Невского
6. Золотоордынское влияние на развитие средневековой Руси: оценки историков.

Тема 5. Складывание Московского государства в XIV - XVI вв. (XIV – начало XVI вв.)

1. Предпосылки и особенности процесса объединения русских земель.
2. Этапы политического объединения, их характеристика и содержание. Иван Калита, Дмитрий Донской.
3. Социально-экономическое развитие и формирование политических основ Российского государства при Иване III и Василии III.
4. Внутренняя и внешняя политика Ивана IV.
5. Культура Руси XIV – начала XVI вв.

Тема 6. Российское государство в XVII в.

1. Смутное время начала XVII в.
2. Развитие Российского государства при первых царях династии Романовых:
 - а) новые явления в социально-экономической жизни;
 - б) движение социального протеста;
 - в) государственно-общественное развитие;
 - г) реформы патриарха Никона и церковный раскол;
 - д) внешняя политика России в XVII в., присоединение новых территорий

Тема 7. Россия в XVIII в.

Реформы Петра I и начало российской модернизации

2. Внешняя политика Петра I. Рождение Российской империи.
3. «Эпоха дворцовых переворотов» (1725–1762 гг.).
4. Царствование Екатерины II:
 - а) социально-экономическое развитие России во 2-й половине XVIII в.;
 - б) «Просвещенный абсолютизм»: содержание, особенности, противоречия.
4. Российское государство в конце XVIII века. Павел I.
5. Внешняя политика России
6. Европеизация и секуляризация русской культуры: результаты и последствия.

Тема 8. Россия в XIX в.

1. Александр I и его преобразования. М.М. Сперанский.
2. Внешняя политика в первой четверти XIX в.
3. Внутренняя и внешняя политика императора Николая I.
4. Александр II. Отмена крепостного права и ее влияние на социально-экономическое развитие страны.
5. Либерально-буржуазные реформы 60–70-х гг. XIX в. и их последствия.
6. «Контрреформы» Александра III: корректировка реформаторского курса.
7. Общественно-политические движения (консервативный, либеральный, революционный лагерь).
8. Внешняя политика России во второй половине XIX в.

9. Культура и общественная жизнь России в XIX в.

Тема 11. Россия в XX в.

1. Проблемы российской модернизации на рубеже XIX –XX вв. Программа индустриализации С. Ю. Витте. Реформы П. А. Столыпина.
2. Революция 1905–1907 гг. в России. Становление многопартийности и парламентаризма в России.
3. Внешняя политика. Первая мировая война.
4. Февральская революция 1917 года. Октябрь 1917 года: приход к власти большевиков.
5. Гражданская война в России и первое десятилетие Советской власти
6. Новая экономическая политика: цели, направления, результаты.
7. Социально-экономические преобразования в СССР:
 - а) индустриализация страны: необходимость, источники, методы, итоги;
 - б) коллективизация сельского хозяйства;
 - в) формирование и упрочение административно-бюрократической системы.
8. Политическая система СССР в 1930-е годы. Завершение «культурной революции».
9. Образование СССР. Внешняя политика СССР в 1930-е гг.
10. СССР во Второй мировой войне
 - а) подготовка страны к войне, этапы войны;
 - б) крупнейшие сражения, партизанское движение, работа тыла;
 - в) СССР и союзники во Второй мировой войне;
 - г) итоги войны, цена Великой победы.
11. СССР в послевоенный период
12. Социально-экономическое и общественно-политическое развитие СССР в 1946–1953 гг.
13. Успехи и противоречия социально-экономического и внешне-политического развития страны под руководством Н. С. Хрущева
14. Советское общество в эпоху «застоя» в период руководства Л.И. Брежнева
15. СССР в середине 1980-1990 гг.
 - а) Экономические преобразования в стране. Политика «ускорения». «Перестройка» в СССР.
 - б) Концепция «Нового политического мышления» и ее претворение в жизнь.
 - в) Реформирование политической системы. Распад СССР.

Тема 17. Россия и мир в начале XXI в.

1. Геополитические последствия распада СССР. Провозглашение суверенитета Российской Федерации.
2. Формирование новой государственности. Конституция 1993 г.
3. Социально-экономические преобразования. Рыночная модернизация страны.

4. Внешнеполитическая деятельность в условиях новой геополитической ситуации. Россия и мир на рубеже XX– XXI.

ОСНОВНЫЕ КАТЕГОРИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Тема 1. Объект, предмет, основные понятия и методы исследования истории

История
Исторический факт
Исторический источник
Интерпретация
Этнос
Менталитет
Государство
Цивилизация
Формация
Классы
Прогресс
Регресс
Общественно-экономическая формация
Геополитика

Тема 2. Славянский этногенез. Образование государства у восточных славян

Великое переселение народов
Этногенез
Военная демократия
Язычество
Полюдье
Повоз
Погосты и уроки
Феодализм
Варяги
Верьвь
Вече
Племенной союз
Государство
Князь
Русь
Волхвы
Анты и венеды
Отроки
Смерды
Закупы
Рядовичи
Холопы

Тема 3. Киевская Русь

«Русская правда»

Вотчина

Боярская дума

Децентрализация

Уделы

Централизация

Поместье

Воевода

Ремесло

Феодализм

Феодальные отношения

Усложнение социальной структуры

Культура народная, культура религиозная

Фольклор

Храм

Икона фреска

Летописание

Эволюция государственности

Хазары, половцы, печенеги

Тема 4. Русь в эпоху феодальной раздробленности

Великий князь

Княжеский двор

Дружина

Междоусобные войны

Феодальная раздробленность

Феодальные центры

Боярская республика

Посадник

Тысяцкий

Сепаратизм

Последствия раздробленности

Держава Чингисхана

Золотая Орда

Монголо-татарское нашествие

Баскак

Выход

Подушная подать

Монголо-татарское иго

Ярлык

Проблема взаимовлияния

Вторжения с северо-запада

Ливонский орден

Рыцари

Тема 5. Складывание Московского государства в XIV - XVI вв. (XIV – начало XVI вв.)

Централизация
Приказы
Поместье
Дворяне
Местничество
Кормление
Крепостное право
Боярская дума
Натуральное хозяйство
Судебник
Государев дворец
Государева казна
Государственные символы
«Москва – третий Рим»
Сословно-представительная монархия
Земский собор
Митрополит
Крепостное право
Венчание на царство
Избранная рада
Реформа
Приказы
Стрелецкое войско
Стоглав
Опричина
Губные избы
Династический кризис

Тема 6. Российское государство в XVII в.

Смутное время
Интервенция
Крестьянская война
Семибоярщина
Самозванство
Народное ополчение
Сословно-представительная монархия
Патриарх
«Бунташный век»
Тягло
Урочные и заповедные лета
Мануфактуры
Юридическое закрепощение крестьян

Личная зависимость
Внеэкономическая эксплуатация
Стрельцы
Казачи
Полки нового строя
Раскол в Русской православной церкви
Старообрядчество
Ярмарка
Абсолютная монархия

Тема 7. Россия в XVIII в.

Абсолютизм
Империя
Регулярная армия
Синод
Сенат
Министерства
Коллегии
«Великое посольство»
Подушная подать
Табель о рангах
Рекруты
Ассамблеи
Кунсткамера
Протекционизм
Меркантилизм
Государственная монополия
Дворцовые перевороты
Гвардия
Верховный Тайный совет
Кондиции
«Бироновщина»
Просвещенный абсолютизм
Уложенная комиссия
Жалованная грамота
Приписные крестьяне
Обер-прокурор
Господствующее сословие
Податные сословия
Крестьянская война

Тема 8. Россия в XIX в.

Либеральные реформы
Конституционализм
Негласный комитет

Государственный Совет
Отечественная война
Конституция
Монархия
Крестьянский вопрос
Либерализм
Аракчеевщина
Реакция
Консерватизм
Общественное движение
Декабристы
Западники
Славянофилы
Теория «официальной народности»
Восточный вопрос
Бюрократизация
Кодификация
Финансовая реформа Е.Ф. Канкрин
Буржуазия
Капитализм
Рабочий класс
Промышленный переворот
Крестьянская реформа
Выкупные платежи
Временно-обязанные крестьяне
Уставные грамоты
Крестьянская община
Народничество, радикализм
Рабочее движение
Марксизм
Социал-демократия
Контрреформы
Легитимность
Выкупная сделка
Мировой суд
Земство
Всесословная воинская повинность
Буржуазия, пролетариат
Индустриализация и модернизация
Союз трех императоров

Тема 9. Россия в XX веке.

Монополия
Промышленный подъем
Депрессия

Модернизация
Революция
Манифест
Конституционная монархия
Политическая партия
Государственная Дума
Прогрессивный блок
Революционные партии
Антанта
Тройственный союз
Аграрная реформа
Отруб, хутор
Советы
Большевики, меньшевики
Временное правительство
Республика
Двоевластие
Учредительное собрание
Первая Мировая война

Совет народных комиссаров
Красная Армия
Белое движение
Гражданская война
Сепаратный мирный договор
Иностранная интервенция
Мировая революция
Декреты
Военный коммунизм
Продразверстка
Авторитаризм
Тоталитаризм
Коминтерн
Новая экономическая политика
Продналог
Индустриализация
Коллективизация
Культурная революция
«Мюнхенский сговор»
Лига Наций
Коллективная безопасность
Вторая Мировая война
Пакт о ненападении
Государственный Комитет
главнокомандования

обороны, Ставка Верховного

Эвакуация
Антигитлеровская коалиция
Второй фронт
Коренной перелом
Партизанское движение, подпольное движение
Сопротивление
Фашизм, японский милитаризм
Ленд-лиз
Капитуляция
ООН
НАТО, ОВД
Репрессии
Либерализация политического режима
Десталинизация
Денежная реформа
Мировая социалистическая система
«Оттепель»
ГУЛАГ
Реабилитация
«Холодная война»
Совхоз
Целина
Мелиорация
Спутник
Освоение космоса
Паритет
Правозащитное движение
Диссиденты
Развитой социализм
Герантократия
Разрядка
«Теневая экономика»
Концепция развитого социализма
Разрядка международной напряженности
Стабильность кадров
Реформа хозяйственного механизма
Экстенсивный путь развития
Страны социалистической ориентации
Перестройка
Гласность
«Новое политическое мышление»
Плюрализм
СНГ
Приватизация
Прибыль и рентабельность

Госприемка
«Шоковая терапия»
Ваучер
Распад СССР
Многопартийность
Возрождение парламентаризма
Рыночная экономика
Борьба с экстремизмом и терроризмом
Дефолт
Стабилизация
Финансовый кризис
Содружество Независимых государств

Тема 17. Россия и мир в начале XXI в.

Правовое государство
Гражданское общество
Рыночная экономика
Дефолт
Вертикаль власти
Олигархи
Глобализация
Совет Федерации
Государственная Дума
Совет Европы
ВТО

САМООРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ С ЛИТЕРАТУРОЙ

Самостоятельное изучение тем курса осуществляется на основе списка рекомендуемой литературы к дисциплине. При работе с книгой необходимо научиться правильно ее читать, вести записи. Самостоятельная работа с учебными и научными изданиями профессиональной и общекультурной тематики – это важнейшее условие формирования научного способа познания.

Основные приемы работы с литературой можно свести к следующим:

- составить перечень книг, с которыми следует познакомиться;
- перечень должен быть систематизированным (что необходимо для семинаров, что для экзаменов, что пригодится для написания курсовых и выпускных квалификационных работ (ВКР), а что выходит за рамки официальной учебной деятельности, и расширяет общую культуру);
- обязательно выписывать все выходные данные по каждой книге (при написании курсовых и выпускных квалификационных работ это позволит экономить время);
- определить, какие книги (или какие главы книг) следует прочитать более внимательно, а какие – просто просмотреть;
- при составлении перечней литературы следует посоветоваться с преподавателями и руководителями ВКР, которые помогут сориентироваться, на что стоит обратить большее внимание, а на что вообще не стоит тратить время;
- все прочитанные монографии, учебники и научные статьи следует конспектировать, но это не означает, что надо конспектировать «все подряд»: можно выписывать кратко основные идеи автора и иногда приводить наиболее яркие и показательные цитаты (с указанием страниц);
- если книга – собственная, то допускается делать на полях книги краткие пометки или же в конце книги, на пустых страницах просто сделать свой «предметный указатель», где отмечаются наиболее интересные мысли и обязательно указываются страницы в тексте автора;
- следует выработать способность «воспринимать» сложные тексты; для этого лучший прием – научиться «читать медленно», когда понятно каждое прочитанное слово (а если слово незнакомое, то либо с помощью словаря, либо с помощью преподавателя обязательно его узнать). Таким образом, чтение текста является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации.

От того, насколько осознанна читающим собственная внутренняя установка при обращении к печатному слову (найти нужные сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т.п.) во многом зависит эффективность осуществляемого действия. Грамотная работа с книгой, особенно если речь идет о научной литературе, предполагает соблюдение ряда правил, для овладения которыми необходимо настойчиво учиться. Это серьезный, кропотливый труд. Прежде всего, при такой работе невозможен формальный, поверхностный подход. Не механическое заучивание, не простое накопление цитат, выдержек, а

сознательное усвоение прочитанного, осмысление его, стремление дойти до сути – вот главное правило. Другое правило – соблюдение при работе над книгой определенной последовательности. Вначале следует ознакомиться с оглавлением, содержанием предисловия или введения. Это дает общую ориентировку, представление о структуре и вопросах, которые рассматриваются в книге.

Следующий этап – чтение. Первый раз целесообразно прочитать книгу с начала до конца, чтобы получить о ней цельное представление. При повторном чтении происходит постепенное глубокое осмысление каждой главы, критического материала и позитивного изложения; выделение основных идей, системы аргументов, наиболее ярких примеров и т.д. Непременным правилом чтения должно быть выяснение незнакомых слов, терминов, выражений, неизвестных имен, названий. Студентам с этой целью рекомендуется заводить специальные тетради или блокноты. Важная роль в связи с этим принадлежит библиографической подготовке студентов. Она включает в себя умение активно, быстро пользоваться научным аппаратом книги, справочными изданиями, каталогами, умение вести поиск необходимой информации, обрабатывать и систематизировать ее.

Выделяют четыре основные установки в чтении текста:

- информационно-поисковая (задача – найти, выделить искомую информацию);
- усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить, как сами сведения, излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений);
- аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему);
- творческая (создает у читателя готовность в том или ином виде – как отправной пункт для своих рассуждений, как образ для действия по аналогии и т.п. – использовать суждения автора, ход его мыслей, результат наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

С наличием различных установок обращения к тексту связано существование и нескольких видов чтения:

- библиографическое – просматривание карточек каталога, рекомендательных списков, сводных списков журналов и статей за год и т.п.;
- просмотровое – используется для поиска материалов, содержащих нужную информацию, обычно к нему прибегают сразу после работы со списками литературы и каталогами, в результате такого просмотра читатель устанавливает, какие из источников будут использованы в дальнейшей работе;
- ознакомительное – подразумевает сплошное, достаточно подробное прочтение отобранных статей, глав, отдельных страниц; цель – познакомиться с характером информации, узнать, какие вопросы вынесены автором на рассмотрение, провести сортировку материала;
- изучающее – предполагает доскональное освоение материала; в ходе такого чтения проявляется доверие читателя к автору, готовность принять

изложенную информацию, реализуется установка на предельно полное понимание материала;

- аналитико-критическое и творческое чтение – два вида чтения близкие между собой тем, что участвуют в решении исследовательских задач.

Первый из них предполагает направленный критический анализ, как самой информации, так и способов ее получения и подачи автором; второе – поиск тех суждений, фактов, по которым, или, в связи с которыми, читатель считает нужным высказать собственные мысли.

Из всех рассмотренных видов чтения основным для студентов является изучающее – именно оно позволяет в работе с учебной и научной литературой накапливать знания в различных областях. Вот почему именно этот вид чтения в рамках образовательной деятельности должен быть освоен в первую очередь. Кроме того, при овладении данным видом чтения формируются основные приемы, повышающие эффективность работы с текстом. Научная методика работы с литературой предусматривает также ведение записи прочитанного. Это позволяет привести в систему знания, полученные при чтении, сосредоточить внимание на главных положениях, зафиксировать, закрепить их в памяти, а при необходимости вновь обратиться к ним.

Основные виды систематизированной записи прочитанного:

Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения.

Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала.

Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала.

Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора.

Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного. Конспект – сложный способ изложения содержания книги или статьи в логической последовательности. Конспект аккумулирует в себе предыдущие виды записи, позволяет всесторонне охватить содержание книги, статьи. Поэтому умение составлять план, тезисы, делать выписки и другие записи определяет и технологию составления конспекта.

Как правильно составлять конспект? Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта. Выделите главное, составьте план, представляющий собой перечень заголовков, подзаголовков, вопросов, последовательно раскрываемых затем в конспекте. Это первый элемент конспекта. Вторым элементом конспекта являются тезисы. Тезис - это кратко сформулированное положение. Для лучшего усвоения и запоминания материала следует записывать тезисы своими словами. Тезисы, выдвигаемые в конспекте, нужно доказывать. Поэтому третий элемент конспекта - основные доводы, доказывающие истинность рассматриваемого тезиса. В конспекте могут быть положения и примеры. Законспектируйте материал, четко следуя

пунктам плана. При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно. Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учитывайте лаконичность, значимость мысли. При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения. Мысли автора книги следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре произведения. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять поля.

Конспектирование - наиболее сложный этап работы. Овладение навыками конспектирования требует от студента целеустремленности, повседневной самостоятельной работы. Конспект ускоряет повторение материала, экономит время при повторном, после определенного перерыва, обращении к уже знакомой работе. Учитывая индивидуальные особенности каждого студента, можно дать лишь некоторые, наиболее оправдавшие себя общие правила, с которыми преподаватель и обязан познакомить студентов:

1. Главное в конспекте не объем, а содержание. В нем должны быть отражены основные принципиальные положения источника, то новое, что внес его автор, основные методологические положения работы. Умение излагать мысли автора сжато, кратко и собственными словами приходит с опытом и знаниями. Но их накоплению помогает соблюдение одного важного правила – не торопиться записывать при первом же чтении, вносить в конспект лишь то, что стало ясным.

2. Форма ведения конспекта может быть самой разнообразной, она может изменяться, совершенствоваться. Но начинаться конспект всегда должен с указания полного наименования работы, фамилии автора, года и места издания; цитаты берутся в кавычки с обязательной ссылкой на страницу книги.

3. Конспект не должен быть «слепым», безликим, состоящим из сплошного текста. Особо важные места, яркие примеры выделяются цветным подчеркиванием, взятием в рамочку, оттенением, пометками на полях специальными знаками, чтобы можно было быстро найти нужное положение. Дополнительные материалы из других источников можно давать на полях, где записываются свои суждения, мысли, появившиеся уже после составления конспекта.

ПОДГОТОВКА ДОКЛАДА

Одной из форм текущего контроля является доклад, который представляет собой продукт самостоятельной работы студента.

Доклад - это публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы.

Как правило, в основу доклада ложится анализ литературы по проблеме. Он должен носить характер краткого, но в то же время глубоко аргументированного устного сообщения. В нем студент должен, по возможности, полно осветить различные точки зрения на проблему, выразить собственное мнение, сделать критический анализ теоретического и практического материала.

Подготовка доклада является обязательной для обучающихся, если доклад указан в перечне форм текущего контроля успеваемости в рабочей программе дисциплины.

Доклад должен быть рассчитан на 7-10 минут.

Обычно доклад сопровождается представлением презентации.

Презентация (от англ. «presentation» - представление) - это набор цветных слайдов на определенную тему, который хранится в файле специального формата с расширением PP.

Целью презентации - донести до целевой аудитории полноценную информацию об объекте презентации, изложенной в докладе, в удобной форме.

Перечень примерных тем докладов с презентацией представлен в рабочей программе дисциплины, он выдается обучающимся заблаговременно вместе с методическими указаниями по подготовке. Темы могут распределяться студентами самостоятельно (по желанию), а также закрепляться преподавателем дисциплины.

При подготовке доклада с презентацией обучающийся должен продемонстрировать умение самостоятельного изучения отдельных вопросов, структурирования основных положений рассматриваемых проблем, публичного выступления, позиционирования себя перед коллективом, навыки работы с библиографическими источниками и оформления научных текстов.

В ходе подготовки к докладу с презентацией обучающемуся необходимо:

- выбрать тему и определить цель выступления.

Для этого, остановитесь на теме, которая вызывает у Вас больший интерес; определите цель выступления; подумайте, достаточно ли вы знаете по выбранной теме или проблеме и сможете ли найти необходимый материал;

- осуществить сбор материала к выступлению.

Начинайте подготовку к докладу заранее; обращайтесь к справочникам, энциклопедиям, научной литературе по данной проблеме; записывайте необходимую информацию на отдельных листах или тетради;

- организовать работу с литературой.

При подборе литературы по интересующей теме определить конкретную цель поиска: что известно по данной теме? что хотелось бы узнать? для чего нужна эта информация? как ее можно использовать в практической работе?

- во время изучения литературы следует: записывать вопросы, которые возникают по мере ознакомления с источником, а также ключевые слова, мысли, суждения; представлять наглядные примеры из практики;
- обработать материал.

Учитывайте подготовку и интересы слушателей; излагайте правдивую информацию; все мысли должны быть взаимосвязаны между собой.

При подготовке доклада с презентацией особо необходимо обратить внимание на следующее:

- подготовка доклада начинается с изучения источников, рекомендованных к соответствующему разделу дисциплины, а также специальной литературы для докладчика, список которой можно получить у преподавателя;

- важно также ознакомиться с имеющимися по данной теме монографиями, учебными пособиями, научными информационными статьями, опубликованными в периодической печати.

Относительно небольшой объем текста доклада, лимит времени, отведенного для публичного выступления, обуславливает потребность в тщательном отборе материала, умелом выделении главных положений в содержании доклада, использовании наиболее доказательных фактов и убедительных примеров, исключении повторений и многословия.

Решить эти задачи помогает составление развернутого плана.

План доклада должен содержать следующие главные компоненты: краткое вступление, вопросы и их основные тезисы, заключение, список литературы.

После составления плана можно приступить к написанию текста. Во вступлении важно показать актуальность проблемы, ее практическую значимость. При изложении вопросов темы раскрываются ее основные положения. Материал содержания вопросов полезно располагать в таком порядке: тезис; доказательство тезиса; вывод и т. д.

Тезис - это главное основополагающее утверждение. Он обосновывается путем привлечения необходимых цитат, цифрового материала, ссылок на статьи. При изложении содержания вопросов особое внимание должно быть обращено на раскрытие причинно-следственных связей, логическую последовательность тезисов, а также на формулирование окончательных выводов. Выводы должны быть краткими, точными, достаточно аргументированными всем содержанием доклада.

В процессе подготовки доклада студент может получить консультацию у преподавателя, а в случае необходимости уточнить отдельные положения.

Выступление

При подготовке к докладу перед аудиторией необходимо выбрать способ выступления:

- устное изложение с опорой на конспект (опорой могут также служить заранее подготовленные слайды);
- чтение подготовленного текста.

Чтение заранее написанного текста значительно уменьшает влияние выступления на аудиторию. Запоминание написанного текста заметно сковывает выступающего и привязывает к заранее составленному плану, не давая возможности откликаться на реакцию аудитории.

Короткие фразы легче воспринимаются на слух, чем длинные.

Необходимо избегать сложных предложений, причастных и деепричастных оборотов. Излагая сложный вопрос, нужно постараться передать информацию по частям.

Слова в речи надо произносить четко и понятно, не надо говорить слишком быстро или, наоборот, растягивать слова. Надо произнести четко особенно ударную гласную, что оказывает наибольшее влияние на разборчивость речи.

Пауза в устной речи выполняет ту же роль, что знаки препинания в письменной. После сложных выводов или длинных предложений необходимо сделать паузу, чтобы слушатели могли вдуматься в сказанное или правильно понять сделанные выводы. Если выступающий хочет, чтобы его понимали, то не следует говорить без паузы дольше, чем пять с половиной секунд.

Особое место в выступлении занимает обращение к аудитории. Известно, что обращение к собеседнику по имени создает более доверительный контекст деловой беседы. При публичном выступлении также можно использовать подобные приемы. Так, косвенными обращениями могут служить такие выражения, как «Как Вам известно», «Уверен, что Вас это не оставит равнодушными». Выступающий показывает, что слушатели интересны ему, а это самый простой путь достижения взаимопонимания.

Во время выступления важно постоянно контролировать реакцию слушателей. Внимательность и наблюдательность в сочетании с опытом позволяют оратору уловить настроение публики. Возможно, рассмотрение некоторых вопросов придется сократить или вовсе отказаться от них.

После выступления нужно быть готовым к ответам на возникшие у аудитории вопросы.

Стоит обратить внимание на вербальные и невербальные составляющие общения. Небрежность в жестах недопустима. Жесты могут быть приглашающими, отрицающими, вопросительными, они могут подчеркнуть нюансы выступления.

Презентация

Презентация наглядно сопровождает выступление.

Этапы работы над презентацией могут быть следующими:

- осмыслите тему, выделите вопросы, которые должны быть освещены в рамках данной темы;
- составьте тезисы собранного материала. Подумайте, какая часть информации может быть подкреплена или полностью заменена изображениями, какую информацию можно представить в виде схем;
- подберите иллюстративный материал к презентации: фотографии, рисунки, фрагменты художественных и документальных фильмов, материалы кинохроники, разработайте необходимые схемы;
- подготовленный материал систематизируйте и «упакуйте» в отдельные блоки, которые будут состоять из собственно текста (небольшого по объему), схем, графиков, таблиц и т.д.;
- создайте слайды презентации в соответствии с необходимыми требованиями;
- просмотрите презентацию, оцените ее наглядность, доступность, соответствие языковым нормам.

Требования к оформлению презентации

Компьютерную презентацию, сопровождающую выступление докладчика, удобнее всего подготовить в программе MS Power Point.

Презентация как документ представляет собой последовательность сменяющих друг друга слайдов. Чаще всего демонстрация презентации проецируется на большом экране, реже – раздается собравшимся как печатный материал.

Количество слайдов должно быть пропорционально содержанию и продолжительности выступления (например, для 5-минутного выступления рекомендуется использовать не более 10 слайдов).

На первом слайде обязательно представляется тема выступления и сведения об авторах.

Следующие слайды можно подготовить, используя две различные стратегии их подготовки:

1-я стратегия: на слайды выносятся опорный конспект выступления и ключевые слова с тем, чтобы пользоваться ими как планом для выступления. В этом случае к слайдам предъявляются следующие требования:

- объем текста на слайде – не больше 7 строк;
- маркированный/нумерованный список содержит не более 7 элементов;
- отсутствуют знаки пунктуации в конце строк в маркированных и нумерованных списках;
- значимая информация выделяется с помощью цвета, кегля, эффектов анимации.

Особо внимательно необходимо проверить текст на отсутствие ошибок и опечаток. Основная ошибка при выборе данной стратегии состоит в том, что выступающие заменяют свою речь чтением текста со слайдов.

2-я стратегия: на слайды помещается фактический материал (таблицы, графики, фотографии и пр.), который является уместным и достаточным средством наглядности, помогает в раскрытии стержневой идеи выступления. В этом случае к слайдам предъявляются следующие требования:

- выбранные средства визуализации информации (таблицы, схемы, графики и т. д.) соответствуют содержанию;
- использованы иллюстрации хорошего качества (высокого разрешения), с четким изображением (как правило, никто из присутствующих не заинтересован вчитываться в текст на ваших слайдах и всматриваться в мелкие иллюстрации).

Максимальное количество графической информации на одном слайде – 2 рисунка (фотографии, схемы и т.д.) с текстовыми комментариями (не более 2 строк к каждому). Наиболее важная информация должна располагаться в центре экрана.

Обычный слайд, без эффектов анимации, должен демонстрироваться на экране не менее 10 - 15 секунд. За меньшее время аудитория не успеет осознать содержание слайда.

Слайд с анимацией в среднем должен находиться на экране не меньше 40 – 60 секунд (без учета времени на случайно возникшее обсуждение). В связи с этим лучше настроить презентацию не на автоматический показ, а на смену слайдов самим докладчиком.

Особо тщательно необходимо отнестись к оформлению презентации. Для всех слайдов презентации по возможности необходимо использовать один и тот же шаблон оформления, кегль – для заголовков - не меньше 24 пунктов, для информации - не менее 18.

В презентациях не принято ставить переносы в словах.

Наилучшей цветовой гаммой для презентации являются контрастные цвета фона и текста (белый фон – черный текст; темно-синий фон – светло-желтый текст и т. д.).

Лучше не смешивать разные типы шрифтов в одной презентации.

Рекомендуется не злоупотреблять прописными буквами (они читаются хуже).

ПОДГОТОВКА К ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫМ ЗАДАНИЯМ

Практико-ориентированные задания выступают средством формирования у студентов системы интегрированных умений и навыков, необходимых для освоения профессиональных компетенций. Это могут быть ситуации, требующие применения умений и навыков, специфичных для соответствующего профиля обучения (знания содержания предмета), ситуации, требующие организации деятельности, выбора её оптимальной структуры личностно-ориентированных ситуаций (нахождение нестандартного способа решения).

Кроме этого, они выступают средством формирования у студентов умений определять, разрабатывать и применять оптимальные методы решения профессиональных задач. Они строятся на основе ситуаций, возникающих на различных уровнях осуществления практики и формулируются в виде производственных поручений (заданий).

Под практико-ориентированными заданиями понимают задачи из окружающей действительности, связанные с формированием практических навыков, необходимых в повседневной жизни, в том числе с использованием элементов производственных процессов.

Цель практико-ориентированных заданий – приобретение умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Задачи практико-ориентированных заданий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний студентов при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- обучение приемам решения практических задач;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Важными отличительными особенностями практико-ориентированных задания от стандартных задач (предметных, межпредметных, прикладных) являются:

- значимость (познавательная, профессиональная, общекультурная, социальная) получаемого результата, что обеспечивает познавательную мотивацию обучающегося;
- условие задания сформулировано как сюжет, ситуация или проблема, для разрешения которой необходимо использовать знания из разных разделов основного предмета, из другого предмета или из жизни, на которые нет явного указания в тексте задания;

- информация и данные в задании могут быть представлены в различной форме (рисунок, таблица, схема, диаграмма, график и т.д.), что потребует распознавания объектов;

- указание (явное или неявное) области применения результата, полученного при решении задания.

Кроме выделенных четырех характеристик, практико-ориентированные задания имеют следующие:

1. по структуре эти задания – нестандартные, т.е. в структуре задания не все его компоненты полностью определены;

2. наличие избыточных, недостающих или противоречивых данных в условии задания, что приводит к объемной формулировке условия;

3. наличие нескольких способов решения (различная степень рациональности), причем данные способы могут быть неизвестны учащимся, и их потребуется сконструировать.

При выполнении практико-ориентированных заданий следует руководствоваться следующими общими рекомендациями:

- для выполнения практико-ориентированного задания необходимо внимательно прочитать задание, повторить лекционный материал по соответствующей теме, изучить рекомендуемую литературу, в т.ч. дополнительную;

- выполнение практико-ориентированного задания включает постановку задачи, выбор способа решения задания, разработку алгоритма практических действий, программы, рекомендаций, сценария и т. п.;

- если практико-ориентированное задание выдается по вариантам, то получить номер варианта исходных данных у преподавателя; если нет вариантов, то нужно подобрать исходные данные самостоятельно, используя различные источники информации;

- для выполнения практико-ориентированного задания может использоваться метод малых групп. Работа в малых группах предполагает решение определенных образовательных задач в рамках небольших групп с последующим обсуждением полученных результатов. Этот метод развивает навыки сотрудничества, достижения компромиссного решения, аналитические способности.

Примером практико-ориентированного задания по дисциплине *«История России»* выступает **анализ исторического документа**.

Алгоритм анализа исторического документа:

1. Происхождение текста.

1.1. Кто написал этот текст?

1.2. Когда он был написан?

1.3. К какому виду источников он относится: письмо, дневник, официальный документ и т.п.?

2. Содержание текста.

Каково содержание текста? Сделайте обзор его структуры. Подчеркните наиболее важные слова, персоналии, события. Если вам не известны какие-то слова, поработайте со словарем.

3. Достоверна ли информация в тексте?

3.1. Свидетелем первой или второй очереди является автор текста? (Если автор присутствовал во время события, им описываемого, то он является первоочередным свидетелем).

3.2. Текст первичен или вторичен? (Первичный текст современен событию, вторичный текст берет информацию из различных первичных источников. Первичный текст может быть написан автором второй очереди, то есть созданным много позже самого события).

4. Раскройте значение источника и содержащейся в ней информации.

5. Дайте обобщающую оценку данному источнику.

- Когда, где и почему появился закон (сборник законов)?
- Кто автор законов?
- Чьи интересы защищает закон?
- Охарактеризуйте основные положения закона (ссылки на текст, цитирование).
- Сравните с предыдущими законами.
- Что изменилось после введения закона?
- Ваше отношение к этому законодательному акту (справедливость, необходимость и т.д.).

ПОДГОТОВКА К ТЕСТИРОВАНИЮ

Тесты – это вопросы или задания, предусматривающие конкретный, краткий, четкий ответ на имеющиеся эталоны ответов. При самостоятельной подготовке к тестированию студенту необходимо:

1. готовясь к тестированию, проработать информационный материал по дисциплине; проконсультироваться с преподавателем по вопросу выбора учебной литературы;

2. четко выяснить все условия тестирования заранее. Студент должен знать, сколько тестов ему будет предложено, сколько времени отводится на тестирование, какова система оценки результатов и т. д.;

3. приступая к работе с тестами, внимательно и до конца нужно прочитать вопрос и предлагаемые варианты ответов; выбрать правильные (их может быть несколько); на отдельном листке ответов вписать цифру вопроса и буквы, соответствующие правильным ответам;

- в процессе решения желательно применять несколько подходов в решении задания. Это позволяет максимально гибко оперировать методами решения, находя каждый раз оптимальный вариант;

- не нужно тратить слишком много времени на трудный вопрос, нужно переходить к другим тестовым заданиям; к трудному вопросу можно обратиться в конце;

- обязательно необходимо оставить время для проверки ответов, чтобы избежать механических ошибок.

ПОДГОТОВКА ЭССЕ

Эссе - прозаическое сочинение небольшого объема и свободной композиции на частную тему, трактуемую субъективно и обычно неполно. (Словарь Ожегова)

Жанр эссе предполагает свободу творчества: позволяет автору в свободной форме излагать мысли, выражать свою точку зрения, субъективно оценивать, оригинально освещать материал; это размышление по поводу когда-то нами услышанного, прочитанного или пережитого, часто это разговор вслух, выражение эмоций и образность.

Уникальность этого жанра в том, что оно может быть написано на любую тему и в любом стиле. На первом плане эссе – личность автора, его мысли, чувства, отношение к миру. Однако необходимо найти оригинальную идею (даже на традиционном материале), нестандартный взгляд на какую-либо проблему. Для грамотного, интересного эссе необходимо соблюдение некоторых правил и рекомендаций.

Особенности эссе:

- - наличие конкретной темы или вопроса;
- - личностный характер восприятия проблемы и её осмысления;
- - небольшой объём;
- - свободная композиция;
- - непринуждённость повествования;
- - внутреннее смысловое единство;
- - афористичность, эмоциональность речи.

Эссе должно иметь следующую структуру:

1. Вступление (введение) определяет тему эссе и содержит определения основных встречающихся понятий.

2. Содержание (основная часть) - аргументированное изложение основных тезисов. Основная часть строится на основе аналитической работы, в том числе - на основе анализа фактов. Наиболее важные обществоведческие понятия, входящие в эссе, систематизируются, иллюстрируются примерами. Суждения, приведенные в эссе, должны быть доказательны.

3. Заключение - это окончательные выводы по теме, то, к чему пришел автор в результате рассуждений. Заключение суммирует основные идеи. Заключение может быть представлено в виде суммы суждений, которые оставляют поле для дальнейшей дискуссии.

Требования, предъявляемые к эссе:

1. Объем эссе не должен превышать 1–2 страниц.

2. Эссе должно восприниматься как единое целое, идея должна быть ясной и понятной.

3. Необходимо писать коротко и ясно. Эссе не должно содержать ничего лишнего, должно включать только ту информацию, которая необходима для раскрытия вашей позиции, идеи.

4. Эссе должно иметь грамотное композиционное построение, быть логичным, четким по структуре.

5. Эссе должно показывать, что его автор знает и осмысленно использует теоретические понятия, термины, обобщения, мировоззренческие идеи.

6. Эссе должно содержать убедительную аргументацию для доказательства заявленной по проблеме позиции. Структура любого доказательства включает по меньшей мере три составляющие: тезис, аргументы, вывод или оценочные суждения.

- Тезис — это сужение, которое надо доказать.
- Аргументы — это категории, которыми пользуются при доказательстве истинности тезиса.
- Вывод — это мнение, основанное на анализе фактов.
- Оценочные суждения — это мнения, основанные на наших убеждениях, верованиях или взглядах.

Приветствуется использование:

- Эпиграфа, который должен согласовываться с темой эссе (проблемой, заключенной в афоризме); дополнять, углублять лейтмотив (основную мысль), логику рассуждения вашего эссе. Пословиц, поговорок, афоризмов других авторов, также подкрепляющих вашу точку зрения, мнение, логику рассуждения.
- Мнений других мыслителей, ученых, общественных и политических деятелей.
- Риторические вопросы.
- Непринужденность изложения.

Подготовка и работа над написанием эссе:

- изучите теоретический материал;
- уясните особенности заявленной темы эссе;
- продумайте, в чем может заключаться актуальность заявленной темы;
- выделите ключевой тезис и определите свою позицию по отношению к нему;
- определите, какие теоретические понятия, научные теории, термины помогут вам раскрыть суть тезиса и собственной позиции;
- составьте тезисный план, сформулируйте возникшие у вас мысли и идеи;
- для каждого аргумента подберите примеры, факты, ситуации из жизни, личного опыта, литературных произведений;
- распределите подобранные аргументы в последовательности;
- придумайте вступление к рассуждению;
- изложите свою точку зрения в той последовательности, которую вы наметили.
- сформулируйте общий вывод работы.

При написании эссе:

- напишите эссе в черновом варианте, придерживаясь оптимальной структуры;
- проанализируйте содержание написанного;
- проверьте стиль и грамотность, композиционное построение эссе, логичность и последовательность изложенного;
- внесите необходимые изменения и напишите окончательный вариант.

Требования к оформлению:

- Титульный лист.
- Текст эссе.
- Формат листов-A4. Шрифт- Times New Roman, размер-14, расстояние между строк- интерлиньяж полуторный, абзацный отступ-1,25см., поля-30мм(слева), 20мм (снизу), 20мм (сверху), 20мм (справа). Страницы нумеруются снизу по центру. Титульный лист считается, но не нумеруется.

Критерии оценивания эссе:

1. Самостоятельное проведение анализа проблемы с использованием концепций и аналитического инструментария
2. Четкость и лаконичность изложения сути проблемы
3. Материал излагается логически последовательно
4. Аргументированность собственной позиции
5. Наличие выводов
6. Владение навыками письменной речи

ПОДГОТОВКА К ОПРОСУ

• *Письменный опрос*

Письменный опрос является одной из форм текущего контроля успеваемости студента по данной дисциплине. При подготовке к письменному опросу студент должен внимательно изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

При изучении материала студент должен убедиться, что хорошо понимает основную терминологию темы, умеет ее использовать в нужном контексте. Желательно составить краткий конспект ответа на предполагаемые вопросы письменной работы, чтобы убедиться в том, что студент владеет материалом и может аргументировано, логично и грамотно письменно изложить ответ на вопрос. Следует обратить особое внимание на написание профессиональных терминов, чтобы избежать грамматических ошибок в работе.

• *Устный опрос*

Целью устного собеседования являются обобщение и закрепление изученного курса. Студентам предлагаются для освещения сквозные концептуальные проблемы. При подготовке следует использовать лекционный материал и учебную литературу. Для более глубокого постижения курса и более основательной подготовки рекомендуется познакомиться с указанной дополнительной литературой. Готовясь к семинару, студент должен, прежде всего, ознакомиться с общим планом семинарского занятия. Следует внимательно прочесть свой конспект лекции по изучаемой теме и рекомендуемую к теме семинара литературу. С неизвестными терминами и понятиями следует ознакомиться в предлагаемом глоссарии, словаре или энциклопедии.

Критерии качества устного ответа.

1. Правильность ответа по содержанию.
2. Полнота и глубина ответа.
3. Сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала).
4. Логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться профессиональной терминологией).
5. Рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели).
6. Своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе).
7. Использование дополнительного материала.

8. Рациональность использования времени, отведенного на задание.

Ответ на каждый вопрос из плана семинарского занятия должен быть содержательным и аргументированным. Для этого следует использовать документы, монографическую, учебную и справочную литературу. Для успешной подготовки к устному опросу, студент должен законспектировать рекомендуемую литературу, внимательно осмыслить лекционный материал и сделать выводы.

ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

При подготовке к зачету по дисциплине «История России» обучающемуся рекомендуется:

1. повторить пройденный материал и ответить на вопросы, используя конспект и материалы лекций. Если по каким-либо вопросам у студента недостаточно информации в лекционных материалах, то необходимо получить информацию из раздаточных материалов и/или учебников (литературы), рекомендованных для изучения дисциплины «История России».

Целесообразно также дополнить конспект лекций наиболее существенными и важными тезисами для рассматриваемого вопроса;

2. при изучении основных и дополнительных источников информации в рамках выполнения заданий на зачете особое внимание необходимо уделять схемам, рисункам, графикам и другим иллюстрациям, так как подобные графические материалы, как правило, в наглядной форме отражают главное содержание изучаемого вопроса;

3. при изучении основных и дополнительных источников информации в рамках выполнения заданий на зачете (в случаях, когда отсутствует иллюстративный материал) особое внимание необходимо обращать на наличие в тексте словосочетаний вида «во-первых», «во-вторых» и т.д., а также дефисов и перечислений (цифровых или буквенных), так как эти признаки, как правило, позволяют структурировать ответ на предложенное задание.

Подобную текстовую структуризацию материала слушатель может трансформировать в рисунки, схемы и т. п. для более краткого, наглядного и удобного восприятия (иллюстрации целесообразно отразить в конспекте лекций – это позволит оперативно и быстро найти, в случае необходимости, соответствующую информацию);

4. следует также обращать внимание при изучении материала для подготовки к зачету на словосочетания вида «таким образом», «подводя итог сказанному» и т.п., так как это признаки выражения главных мыслей и выводов по изучаемому вопросу (пункту, разделу). В отдельных случаях выводы по теме (разделу, главе) позволяют полностью построить (восстановить, воссоздать) ответ на поставленный вопрос (задание), так как содержат в себе основные мысли и тезисы для ответа.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ**

РУССКИЙ ЯЗЫК И ДЕЛОВЫЕ КОММУНИКАЦИИ

Направление подготовки

29.03.04 Технология художественной обработки материалов

Профиль

Технология художественной обработки материалов

квалификация выпускника: **бакалавр**

формы обучения: **очная**

Екатеринбург
2020

Методические указания адресованы студентам, обучающимся по направлению подготовки «Технология художественной обработки материалов», и призваны обеспечить эффективную самостоятельную работу по курсу «Русский язык и деловое общение».

ОБЪЕМ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Суммарный объем часов на СРО очной формы обучения составляет 72 часа.

№ п/п	Виды самостоятельной работы	Единица измерения	Норма времени, час	Расчетная трудоемкость СРО по нормам, час.	Принятая трудоемкость СРО, час.
Самостоятельная работа, обеспечивающая подготовку к аудиторным занятиям					68
1	Повторение материала лекций	1 час	0,1-4,0	1,0 x 18 = 18	18
2	Подготовка к практическим занятиям	1 занятие	0,3-2,0	2,0 x 9 = 18	18
3	Ответы на вопросы для самопроверки (самоконтроля)	1 тема	0,3-0,5	0,5 x 1 = 0,5	1
4	Подготовка к контрольной работе	1 работа	1,0-25,0	25,0 x 1 = 25	25
5	Выполнение самостоятельного письменного домашнего задания (практико-ориентированного задания)	1 тема	0,3-2,0	2,0 x 1 = 2	2
6	Подготовка к деловой игре	1 занятие	1,0-4,0	4,0 x 1 = 4	4
Другие виды самостоятельной работы					4
7	Подготовка к зачету	1 зачет			4
	Итого:				72

Форма контроля самостоятельной работы студентов: проверка на практическом занятии, контрольная работа, практико-ориентированное задание, деловая игра, зачет.

ФОРМЫ И СОДЕРЖАНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Повторение материала лекций состоит в работе с конспектом, записанным на лекционном занятии (чтение, подчеркивание и запоминание главного), а также в работе с дополнительной литературой по теме (чтение, конспектирование, сопоставление с материалом лекций). Из списка дополнительной литературы студенты должны ознакомиться с несколькими источниками по каждой теме (минимум 2).

Дополнительная литература по темам:

Тема	Литература
Современный русский язык	- <i>Русский язык и культура речи</i> [Электронный ресурс]: курс лекций для бакалавров всех направлений/ – Электрон. текстовые данные. – Саратов: Вузовское образование, 2016. – 72 с. – Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/54478.html/ - ЭБС «IPRbooks», по паролю. - <i>Кронгауз М. А.</i> Русский язык на грани нервного срыва. – М.: Corpus, 2017. - <i>Чуковский К. И.</i> Живой как жизнь. – М.: Зербра Е, 2009. - Федеральный закон «О государственном языке Российской Федерации». – Режим доступа: http://rus-gos.spbu.ru/index.php/bills
Культура речи. Нормы литературного языка	- <i>Карякина М. В.</i> Русский язык и культура речи. Подготовка к контрольному тестированию. – Екатеринбург: Изд-во УГТУ, 2011. – 71 с.

	- <i>Культура устной и письменной речи делового человека: Справочник. Практикум.</i> / Н. С. Водина и др. – М.: Флинта: Наука, 2012. – 320 с. Введенская Л. А., Павлова Л. Г., Кашаева Е. Ю. Русский язык и культура речи / Л. А. Введенская, Л. Г. Павлова, Е. Ю. Кашаева. – 5-е изд., доп. и перераб. – Ростов н/Д: Издательский центр «МарТ», Феникс, 2010. – 488 с. - Меленкова Е. С. Культура речи и деловое общение: тестовые задания для студентов всех специальностей. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2011. 78 с. - Розенталь Д. Э. Справочник по правописанию и литературной правке / Под ред. И. Б. Голуб. 9-е изд. – М.: Айрис-пресс, 2004. – 368 с. - Розенталь Д. Э. Лексика и стилистика: Правила и упражнения / Д. Э. Розенталь. — М.: Мир и Образование, 2016. — 96 с. – Режим доступа: http://mio-books.ru/content/files/catalog1/_otryvok_Leks_i_stil.pdf - <i>Русский язык и культура речи. Семнадцать практических занятий</i> / Е. В. Ганапольская, Т. Ю. Волошинова, Н. В. Анисина, Ю. А. Ермолаева, Я. В. Лукина, Т. А. Потапенко, Л. В. Степанова. Под ред. Е. В. Ганапольской, А. В. Хохлова. – СПб.: Питер, 2005. – 336 с. Скворцов Л. И. Большой толковый словарь правильной русской речи [Электронный ресурс]/ Скворцов Л. И.— Электрон. текстовые данные. — М.: Мир и Образование, Оникс, 2009. — 1104 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/14555.html. — ЭБС «IPRbooks», по паролю
Стилистика. Научный и официально-деловой стиль	- Аскарина Н. А. Технология подготовки научного текста: учебно-методическое пособие. 3-е изд., стер. – М.: Флинта: Наука, 2017. – 112 с. - Карякина М. В. Культура научной речи: учебное пособие / М. В. Карякина; Урал. гос. горный ун-т. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2019. – 131 с. - Кожина М. Н. Стилистика русского языка: учебник / М. Н. Кожина, Л. Р. Дускаева, В. А. Салимовский. – М.: Флинта: Наука, 2008 – 464 с. - Колтунова М. В. Язык и деловое общение. Нормы. Риторика. Этикет. – М., 2000. - Меленкова Е. С. Стилистика русского языка: учебное пособие. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2013. – 86 с.
Нормы делового общения	- Введенская Л. А., Павлова Л. Г. Деловая риторика: учебное пособие для вузов / Л. А. Введенская, Л. Г. Павлова. – 5-е изд., доп. и перераб. – Ростов н/Д: Издательский центр «МарТ», Феникс, 2010. – 488 с. - Гойхман О. Я., Надеина Т. М. Речевая коммуникация. – М.: ИНФРА-М, 2008. – 207с. - Лавриненко В. Н. Психология и этика делового общения. – Москва: Юрайт, 2012. – 592 с.

Подготовка к практическим занятиям заключается в повторении необходимого теоретического материала и выполнении индивидуальных или групповых заданий по изучаемым темам. Эта работа выполняется по основной литературе:

Гавриленко Р. И., Меленкова Е. С., Шалина И. В. Русский язык и культура речи: учебное пособие. – Екатеринбург: УГГУ, 2013. – 85 с.
Гавриленко Р. И. Русский язык делового общения: учебно-методическое пособие. – Екатеринбург: УГГУ, 2018. – 100 с.
Голуб И.Б. Русская риторика и культура речи [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Голуб И.Б., Неклюдов В.Д.— Электрон. текстовые данные. — М.: Логос, 2012. — 328 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/9074.html . — ЭБС «IPRbooks», по паролю
Меленкова Е. С. Русский язык делового общения: учебное пособие. – Екатеринбург: УГГУ, 2018. – 80 с.

Для подготовки к практическим занятиям преподаватель может привлекать дополнительную литературу, а также раздаточный материал.

Ответы на вопросы для самопроверки (самоконтроля) подготавливаются студентами самостоятельно по теме «Современный русский язык». Материалом для подготовки служат конспекты лекций, основная и дополнительная литература. Опрос проводится на практическом занятии. Вопросы для опроса следующие:

1. Каково происхождение русского национального языка?

2. Каковы разновидности современного русского национального языка?
3. Что такое территориальные диалекты?
4. Что такое диалектизмы?
5. Что такое жаргон и какие виды жаргонов существуют?
6. Что такое жаргонизмы?
7. Что такое просторечие?
8. Каково современное состояние современного русского национального языка?
9. Каковы тенденции развития современного русского национального языка?
10. Что такое литературный язык и каковы его признаки?

Подготовка к контрольной работе по теме «Культура речи. Нормы литературного языка» проводится как аудиторно (на практических занятиях в ходе выполнения и проверки заданий), так и самостоятельно. Самостоятельная подготовка предполагает работу со словарями, справочниками, сборниками тестовых и практических заданий.

Практические задания содержатся в пособии Р. И. Гавриленко, Е. С. Меленсковой и И. В. Шалиной «Русский язык и культура речи», а также в пособии Е. С. Меленсковой «Русский язык делового общения».

Тестовые задания приводятся в пособиях Е. С. Меленсковой «Русский язык и деловое общение: тестовые задания для студентов всех специальностей» (без ключей) и М. В. Карякиной «Русский язык и культура речи. Подготовка к итоговому тестированию» (с ключами).

При выполнении заданий необходимо пользоваться словарями и справочниками, как печатными, так и электронными.

Электронные словари	Печатные словари (любое издание)
- Скворцов Л. И. Большой толковый словарь правильной русской речи [Электронный ресурс]/ Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/14555.html. — ЭБС «IPRbooks», по паролю - Грамота (сайт). [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.gramota.ru Культура письменной речи (сайт) [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.gramma.ru. - Русский язык: энциклопедия русского языка (сайт). [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://russkiyyazik.ru. - Стилистический энциклопедический словарь русского языка (сайт). [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://stylistics.academic.ru	- Ожегов С. И., Шведова Н. Ю. Толковый словарь русского языка. - Розенталь Д. Э. Словарь трудностей русского языка. - Словарь правильности русской речи. - Словарь грамматических вариантов русского языка. - Словарь лексических трудностей. - Словари синонимов, паронимов, антонимов. - Орфоэпический словарь. - Орфографический словарь. - Розенталь Д. Э. Справочник по орфографии, пунктуации и литературной правке. - Управление в русском языке. Словарь-справочник. Грамматический словарь русского языка. Словоизменение

Выполнение самостоятельного письменного домашнего задания (практико-ориентированного задания) осуществляется по вариантам. Каждое практико-ориентированное задание состоит из трех блоков, в которых проверяется наличие необходимых знаний, умений и формирование у студентов различных навыков. В первом блоке приводится задание по научному стилю речи, во втором и третьем – по официально-деловому стилю (составление и редактирование документов общепринятого образца). Варианты заданий приведены в комплекте оценочных материалов (КОМ).

Подготовка к деловой игре состоит в ознакомлении студентов с концепцией игры, чтении дополнительной литературы по риторике, психологии и этике делового общения, а также в записи предполагаемого хода деловой беседы, тренировке произнесения речи. Концепции различных вариантов деловых игр описаны в КОМ. Вариант игры выбирается преподавателем в зависимости от уровня подготовленности и других особенностей группы.

Подготовка к зачету предполагает тренинг выполнения тестовых заданий, который можно проводить на сайте i-exam.ru или с помощью пособий М. В. Карякиной и Е. С. Меленсковой, содержащих такие задания. Кроме подготовки к тестированию важно уделить внимание практико-ориентированным заданиям. Студенты должны ознакомиться с образцом задания и его выполнения, а также выполнить тренировочные задания.

Образец практико-ориентированного задания: напишите заявление о предоставлении Вам отпуска за свой счет.

Образец выполнения 1:

Директору ООО «Икс»
А. А. Иванову
инженера Н. П. Петрова

заявление

Прошу предоставить мне с 12.03.2017 по 17.03.2017 внеочередной отпуск без сохранения заработной платы по семейным обстоятельствам.

10.03.2017



(Н. П. Петров)

Образец выполнения 2:

Директору ОАО «Рондо»
Скворцову И. О.
от Алексева М. А.,
программиста

Заявление

Прошу предоставить мне неоплачиваемый отпуск с 22 по 26 января текущего года по семейным обстоятельствам.

19 января 2017 г.



Если в ходе подготовки к зачету у обучающихся возникают вопросы, они должны обратиться за консультационной помощью к преподавателю.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Направление подготовки:

29.03.04 Технология художественной обработки материалов

Профиль

Технология художественной обработки материалов

форма обучения: очная

Екатеринбург
2020

Содержание

Цели и задачи дисциплины	3
Требования к оформлению контрольной работы	4
Содержание контрольной работы.....	4
Выполнение работы над ошибками.....	8
Критерии оценивания контрольной работы	8
Образец титульного листа	10

Цель и задачи дисциплины

Цель дисциплины: повышение исходного уровня владения иностранным языком, достигнутого на предыдущей ступени образования, и достижение уровня иноязычной коммуникативной компетенции достаточного для общения в социально-бытовой, культурной и профессиональной сферах, а также для дальнейшего самообразования.

Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины:

общекультурные:

- способностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия (ОК-4).

Для достижения указанной цели необходимо (задачи курса):

- владение иностранным языком как средством коммуникации в социально-бытовой, культурной и профессиональной сферах;
- развитие когнитивных и исследовательских умений с использованием ресурсов на иностранном языке;
- развитие информационной культуры;
- расширение кругозора и повышение общей гуманитарной культуры студентов;
- воспитание толерантности и уважения к духовным ценностям разных стран и народов.

Методические указания по выполнению контрольной работы предназначены для студентов очной формы обучения, обучающихся по специальности *29.03.04 Технология художественной обработки материалов*.

Письменная контрольная работа является обязательной формой *промежуточной аттестации*. Она отражает степень освоения студентом учебного материала по дисциплине Иностранный язык. А именно, в результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- особенности фонетического строя иностранного языка;
- лексические единицы социально-бытовой и академической тематики, основы терминосистемы соответствующего направления подготовки;
- основные правила грамматической системы иностранного языка;
- особенности построения устных высказываний и письменных текстов разных стилей речи;
- правила речевого этикета в соответствии с ситуациями межличностного и межкультурного общения в социально-бытовой, академической и деловой сферах;
- основную страноведческую информацию о странах изучаемого языка;
- лексико-грамматические явления иностранного языка профессиональной сферы для решения задач профессиональной деятельности;

Уметь:

- вести диалог/полилог и строить монологическое высказывание в пределах изученных тем;
- понимать на слух иноязычные тексты монологического и диалогического характера с различной степенью понимания в зависимости от коммуникативной задачи;
- читать аутентичные тексты прагматического, публицистического, художественного и научного характера с целью получения значимой информации;
- передавать основное содержание прослушанного/прочитанного текста;
- записывать тезисы устного сообщения, писать эссе по изученной тематике, составлять аннотации текстов, вести личную и деловую переписку;
- использовать компенсаторные умения в процессе общения на иностранном языке;

- пользоваться иностранным языком в устной и письменной формах, как средством профессионального общения;

Владеть:

- основными приёмами организации самостоятельной работы с языковым материалом с использованием учебной и справочной литературы, электронных ресурсов;

- навыками выполнения проектных заданий на иностранном языке в соответствии с уровнем языковой подготовки;

- умением применять полученные знания иностранного языка в своей будущей профессиональной деятельности.

Требования к оформлению контрольной работы

Контрольные задания выполняются на листах формата А4 в рукописном виде, кроме титульного листа. На титульном листе (см. образец оформления титульного листа в печатном виде) указывается фамилия студента, номер группы, номер контрольной работы и фамилия преподавателя, у которого занимается обучающийся.

В конце работы должна быть поставлена подпись студента и дата выполнения заданий.

Контрольные задания должны быть выполнены в той последовательности, в которой они даны в контрольной работе.

Выполненную контрольную работу необходимо сдать преподавателю для проверки в установленные сроки.

Если контрольная работа выполнена без соблюдения изложенных выше требований, она возвращается студенту для повторного выполнения.

По дисциплине «Иностранный язык (английский)» представлено три варианта контрольной работы.

Номер варианта контрольной работы определяется для студентов в соответствии с начальными буквами их фамилий в алфавитном порядке. Например, студенты, у которых фамилии начинаются с букв А, выполняют контрольную работу № 1 и т.д. (см. таблицу №1).

Таблица №1

<i>начальная буква фамилии студента</i>	<i>№ варианта контрольной работы</i>
А, Г, Ж, К, Н, Р, У, Ц, Щ	№1
Б, Д, З, Л, О, С, Ф, Ч, Э, Я	№2
В, Е, И, М, П, Т, Х, Ш, Ю	№3

Содержание контрольной работы №1

Контрольная работа проводится по теме 1. *Бытовая сфера общения (Я и моя семья)* и теме 2. *Учебно-познавательная сфера общения (Я и мое образование)* и направлена на проверку сформированности лексического навыка в рамках заданных тем.

Контрольная работа также направлена на проверку сформированности грамматического навыка в рамках тем: порядок слов в повествовательном и побудительном предложениях, порядок слов в вопросительном предложении, безличные предложения, местоимения (указательные, личные, возвратно-усилительные, вопросительные, относительные, неопределенные), имя существительное, артикли (определенный, неопределенный, нулевой), функции и спряжение глаголов *to be* и *to have*, оборот *there+be*, имя прилагательное и наречие, степени сравнения, сравнительные конструкции, имя числительное (количественные и порядковые; чтение дат), образование видовременных форм глагола в активном залоге.

Распределение выше указанных тем в учебнике:

- Агабекян И. П. Английский язык для бакалавров: учебное пособие для студентов вузов / И. П. Агабекян. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2017. - 384 с.: ил. - (Высшее образование) (200 экз. в библиотеке УГГУ) и учебнике:

- Журавлева Р.И. Английский язык: учебник: для студентов горно-геологических специальностей вузов / Р. И. Журавлева. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2013. - 508 с. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 502 (192 экз. в библиотеке УГГУ) представлено в таблице №2:

Таблица №2

Название темы	Страницы учебников	
	<i>Агабекян И. П.</i>	<i>Журавлева Р.И.</i>
Порядок слов в повествовательном и побудительном предложениях	148	9
Порядок слов в вопросительном предложении	163-170	10, 24
Безличные предложения	149	440
Местоимения (указательные, личные, возвратно-усилительные, вопросительные, относительные, неопределенные)	41-55	101, 439
Имя существительное	66-78	435
Артикли (определенный, неопределенный, нулевой)	78-84	433
Функции и спряжение глаголов <i>to be</i> и <i>to have</i>	102-104	6-8
Оборот <i>there+be</i>	105-107	100
Имя прилагательное и наречие	115	83
Степени сравнения, сравнительные конструкции	115-121	143
Имя числительное (количественные и порядковые; чтение дат)	261-271	-
Образование видовременных форм глагола в активном залоге	193-209	10, 36, 69

АНГЛИЙСКИЙ ЯЗЫК

Вариант №1

Задание 1. Заполните пропуски в предложениях, выбрав один ответ.

Пример: Michael _____ everyone he meets because he is very sociable and easygoing. He has five brothers and two sisters, so that probably helped him learn how to deal with people.

A. gets divorced; **B. gets along well with;** C. gets married;

Задание 1 направлено на проверку сформированности лексического навыка в рамках заданных тем.

Задание 2. Заполните пропуски местоимениями *some, any, no* или их производными.

Пример: A: Is **anything** the matter with Dawn? She looks upset.

B: She had an argument with her friend today.

Задание 2 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «неопределённые местоимения».

Задание 3. Заполните пропуски личными местоимениями (*I, we, you, he, she, it, they, me, us, him, her, them*).

Пример: My teacher is very nice. I like – I like **him**.

Задание 3 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «личные и притяжательные местоимения».

Задание 4. Поставьте в правильную форму глагол, представленный в скобках, обращая при этом внимание на использованные в предложениях маркеры.

Пример: Every morning George **eats** (to eat) cereals, and his wife only **drinks** (to drink) a cup of coffee.

Задание 4 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «образование видовременных форм глагола в активном залоге».

Задание 5. Составьте вопросительные предложения и дайте краткие ответы на них.

Пример: Paul was tired when he got home. – **Was Paul tired when he got home? Yes, he was.**

Задание 5 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «порядок слов в вопросительном предложении».

Контрольная работа

Вариант №2

Задание 1. Заполните пропуск, выбрав один вариант ответа.

Пример: A British university year is divided into three ____.

1) conferences; 2) sessions; 3) **terms**; 4) periods;

Задание 1 направлено на проверку сформированности лексического навыка в рамках заданных тем.

Задание 2. Выберите правильную форму глагола.

Пример: A: I have a Physics exam tomorrow.

B: Oh dear. Physics **is**/are a very difficult subject.

Задание 2 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «имя существительное, функции и спряжение глаголов to be и to have».

Задание 3. Раскройте скобки, употребив глагол в форме Present Continuous, Past Continuous или Future Continuous.

Пример: I **shall be studying** (study) Japanese online from 5 till 6 tomorrow evening.

Задание 3 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «образование видовременных форм глагола в активном залоге».

Задание 4. Составьте вопросы к словам, выделенным жирным шрифтом.

Пример: **The Petersons** have bought a dog. – **Who has bought a dog?**

The Petersons have bought **a dog**. – **What have the Petersons bought?**

Задание 4 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «порядок слов в вопросительном предложении».

Задание 5. Подчеркните правильный вариант ответа.

Пример: A: You haven't seen my bag anywhere, haven't you/**have you**?

B: No. You didn't leave it in the car, **did you**/didn't you?

Задание 5 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «порядок слов в вопросительном предложении».

Контрольная работа

Вариант № 3

Задание 1. Заполните пропуски, выбрав один вариант ответа.

Пример: The University accepts around 2000 new ____ every year.

1) **students**; 2) teachers; 3) pupils; 4) groups;

Задание 1 направлено на проверку сформированности лексического навыка в рамках заданных тем.

Задание 2. Поставьте в предложения подходящие по смыслу фразы:

as red as a beet (свекла), as slow as a turtle, as sweet as honey, as busy as a bee, as clumsy as a bear (неуклюжий), as black as coal, as cold as ice, as slippery as an eel (изворотливый как угорь), as free as a bird, as smooth as silk (гладкий)

Пример: Your friend is so unemotional, he is **as cold as ice**.

Задание 2 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «имя прилагательное и наречие».

Задание 3. Переведите следующие предложения на английский язык.

Пример: Это самая ценная картина в Русском музее. **This is the most valuable picture in Russian Museum.**

Задание 3 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «степени сравнения имени прилагательного и наречий».

Задание 4. Раскройте скобки, употребив глагол в форме Present Perfect, Past Perfect или Future Perfect.

Пример: Sam **has lost** (lose) his keys. So he can't open the door.

Задание 4 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «образование видовременных форм глагола в активном залоге».

Задание 5. Задайте вопросы к предложениям.

Пример: There are two books. The one on the table is Sue's.

a) 'Which book is Sue's?' 'The one on the table.'

b) 'Whose book is on the table?' 'Sue's.'

Задание 5 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «порядок слов в вопросительном предложении».

НЕМЕЦКИЙ ЯЗЫК

Задание 1. Заполните пропуски в предложениях, выбрав один ответ.

Пример: Mein Bruder ... Arzt geworden

A. hat; **B. ist**; C. wird;

Задание 1 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «Пассивный залог».

Задание 2. Вставьте подходящее вопросительное слово.

Пример: Was machen Sie am Wochenende?

Задание 2 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «Вопросительные местоимения».

Задание 3. Заполните пропуски возвратными местоимениями в нужной форме.

Пример: Wo wohnen deine Eltern?

Задание 3 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «Притяжательные местоимения».

Задание 4. Поставьте в правильную форму глагол, представленный в скобках.

Пример: Kannst du mir bitte die Marmelade geben? (können)

Задание 4 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «Модальные глаголы».

Задание 5. Составьте вопросительные предложения и дайте краткие ответы на них.

Пример: Sie wohnen in Berlin.

Ответ: Wo wohnen Sie? Wer wohnt in Berlin?

Задание 5 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по

теме «Вопросительные предложения».

ФРАНЦУЗСКИЙ ЯЗЫК

Задание 1. Заполните пропуски в предложениях следующими предлогами: de, à, chez, dans, pour, depuis, vers, avec, devant, en.

Пример: Monsieur Dupont est en mission.

Задание 1 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «Предлоги».

Задание 2. Заполните пропуски, выберите правильно указательное прилагательное:

Пример: Peux-tu me passer ces dictionnaires?

Задание 2 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «Указательные прилагательные».

Задание 3. Поставьте нужный артикль или предлог там, где это необходимо:

Пример: C'est la salle des études.

Задание 3 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «Употребление слитного артикля».

Задание 4. Выберите правильную форму глагола:

Пример: Tous les matins, il s'est levé à 7 heures depuis un an.

Задание 4 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «Спряжение глаголов 1,2,3 группы в Présent».

Задание 5. Ответьте на следующие вопросы:

Пример: Où passez-vous vos vacances d'été? - Je les passe en Crimée.

Задание 5 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «Личные местоимения le, la, les».

Проблемные и сложные вопросы, возникающие в процессе изучения курса и выполнения контрольной работы, необходимо решать с преподавателем на консультациях.

Выполнению контрольной работы должно предшествовать самостоятельное изучение студентом рекомендованной литературы.

Студент получает проверенную контрольную работу с исправлениями в тексте и замечаниями. В конце работы выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно». Работа с оценкой «неудовлетворительно» должна быть доработана и представлена на повторную проверку.

Выполнение работы над ошибками

При получении проверенной контрольной работы необходимо проанализировать отмеченные ошибки. Все задания, в которых были сделаны ошибки или допущены неточности, следует еще раз выполнить в конце данной контрольной работы. Контрольные работы являются учебными документами, которые хранятся на кафедре до конца учебного года.

Критерии оценивания контрольной работы

Оценка за контрольную работу определяется простым суммированием баллов за правильные ответы на вопросы: 1 правильный ответ = 1 балл. Максимум 44 балла.

Результат контрольной работы

Контрольная работа оценивается на «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»:

40-44 балла (90-100%) - оценка «отлично»;

31-39 балла (70-89%) - оценка «хорошо»;

22-30 баллов (50-69%) - оценка «удовлетворительно»;

0-21 балла (0-49%) - оценка «неудовлетворительно».



**Министерство науки и высшего образования РФ
ФГБОУ ВО
«Уральский государственный горный университет»**

Кафедра иностранных языков и деловой коммуникации

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №1

**по дисциплине
ИНОСТРАННЫЙ ЯЗЫК**

Направление подготовки:

29.03.04 Технология художественной обработки материалов

Профиль

Технология художественной обработки материалов

формы обучения: очная

Выполнил: Иванов Иван Иванович
Группа ТХО-18

Преподаватель: Петров Петр Петрович,
к.т.н, доцент

**Екатеринбург
2018**

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ОРГАНИЗАЦИИ
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

ИНОСТРАННЫЙ ЯЗЫК

Направление

29.03.04 Технология художественной обработки материалов

Профиль

Технология художественной обработки материалов

квалификация выпускника: **бакалавр**

Екатеринбург
2020

СОДЕРЖАНИЕ

I. Самостоятельная работа, обеспечивающая подготовку к аудиторным занятиям.....	3
1.1 Повторение материала практических занятий.....	3
1.2 Чтение и перевод учебных текстов.....	42
1.3 Подготовка к практическим занятиям (запоминание иноязычных лексических единиц и грамматических конструкций)	60
1.4 Самостоятельное изучение тем курса (для заочной формы обучения)	73
1.5 Подготовка к контрольной работе	73
II. Другие виды самостоятельной работы.....	73
2.1 Выполнение самостоятельного письменного домашнего задания:	
2.1.1 Подготовка к ролевой игре.....	73
2.1.2 Подготовка к практико-ориентированному заданию	74
2.1.3 Подготовка к опросу	75
2.2 Дополнительное чтение профессионально ориентированных текстов и выполнение заданий на проверку понимания прочитанного.....	75
2.3 Подготовка доклада.....	94
2.4 Подготовка к тесту.....	95
2.5 Подготовка к экзамену.....	99

I. Самостоятельная работа, обеспечивающая подготовку к аудиторным занятиям

1. Повторение материала практических занятий

Практические занятия направлены на развитие умений иноязычного говорения в рамках заданных РПД тем: бытовая сфера общения (Я и моя семья); учебно-познавательная сфера общения (Я и мое образование); социально-культурная сфера общения (Я и моя страна. Я и мир); профессиональная сфера общения (Я и моя будущая специальность).

Подготовьте устный рассказ по теме на основе предложенного:

My family

My name is Vladimir Petrov. I am ... years old. I was born in 19... in Nizhniy Tagil. I went to school when I was 7. In 20... I finished school number 10 in Ekaterinburg. This year I entered the Ural State Mining University. In five years I shall graduate from this University.

I live in the center of Ekaterinburg. I work at the Ministry of Foreign Trade. I'm an engineer & I am also a student. Many engineers in our Ministry learn foreign languages.

My family is not large. I have a wife & two children. My wife's name is Ann & children's names are Nick & Natalie.

My wife is an economist. My wife is a young woman. She is twenty – nine years old. She works at the Ministry of Foreign Trade, too. She goes to the office every day. My wife doesn't learn English. She already knows English very well. She reads many English books, magazines & newspapers. My wife is also a student. She learns German. She likes languages very much & is going to learn French next year.

My daughter is a girl of ten. She goes to school. She has a lot of subjects at school. She also learns English. She also helps her mother at home.

My son is a little boy. He was born five years ago. I take him to the kindergarten every morning.

My parents are not old. My father is 53. He is an engineer. He graduated from The Ural Polytechnical Institute. He works at a big plant. My mother is 51. She is a teacher. She teaches Russian at school. She graduated from the Leningrad Teachers' Training University.

My sister's name is Katya. She works at an office. Besides she studies at an Evening Department. She is married. Her husband is a doctor. He works at a hospital. They have a little son. He is only six months old.

My elder brother, Boris by name, does not stay with us. He lives in Gorky in a large two-roomed flat. He is a designer. He has also a family of his own. He has a wife & two children: a boy & a girl. Their son is already a pupil. My brother & his family often come to see us. We also visit them sometimes.

I also have a grandfather & a grandmother. They are pensioners. My grandmother looks after the house & does the cooking. We usually take our children to the country in summer to stay with their grandparents. They love their grandchildren very much.

Подготовьте устный рассказ по теме на основе предложенного:

My student's life

I'm a student of The Ural State Mining University. I have been a student only one month. I can't speak English very well yet. I am just a beginner. I live in a hostel. It is rather a long way from the University. In fact, it takes me about an hour to get to the University. But it gives me no trouble at all, as I like to get up early. I don't need an alarm-clock to wake me up. I am an early - riser.

Though the hostel is far from the University it is very comfortable & has all modern conveniences.

As a rule I get up at 6.30, do morning exercises & have shower. I don't have a bath in the morning; I have a bath before I go to bed.

For breakfast I have a boiled egg & a cup of coffee in order not to waste the time. At about 7.30 I am quite ready to go. It is about 5 minutes walk from the hostel to the stop. I usually take the 7.40. bus. I walk to the stop as I have plenty of time to catch my bus.

I come to the University 5 minutes before the lesson begins. So I can have a chat with my friends. The majority of my group mates are from Ekaterinburg the others either come from different towns of our country. We usually have a lot of things to talk about.

We don't go out to the lunch. There is a good canteen at the University. It is on the ground floor. But I should say that you have to stand in a queue to have lunch.

I come to the hostel from the University at about 3 o'clock. I live in a single room & have nobody to speak with. In the evening I sometimes go out with my friends. We go to the cinema if there is something new or to the club if there is a dancing party there. But often I stay in, watch TV programs or listen to the music. Then I read a book for half an hour or so & go to sleep. That doesn't take me long, as a rule.

Подготовьте устный рассказ по теме на основе предложенного:

Ekaterinburg – an Industrial Centre

Ekaterinburg is one of the leading industrial centres of Russia. There are over 200 industrial enterprises of all-Russia importance in it. The key industry is machine-building. The plants of our city produce walking excavators, electric motors, turbines, various equipment for industrial enterprises.

During the Great Patriotic War Sverdlovsk plants supplied the front with arms and munitions and delivered various machinery for restoration of Donbass collieries and industrial enterprises of the Ukraine.

The biggest plants of our city are the Urals Heavy Machine Building Plant (the Uralmash), the Urals Electrical Engineering Plant (Uralelectrotyazhmash), the Torbomotorny Works (TMZ), the Chemical Machinery Building Works (Chimmash), the Verkh Iset Metallurgical Works (VIZ) and many others.

The Urals Heavy Machinery Building Plant was built in the years of the first five-year plan period. It has begun to turn out production in 1933. The machines and equipment produced by the Uralmash have laid the foundation for the home iron and steel, mining and oil industries. The plant produces walking excavators and draglines, drilling rigs for boring super-deep holes, crushing and milling equipment for concentrators. The plant also produces rolling-mills, highly efficient equipment for blast furnaces, powerful hydraulic presses and other machines. The trade mark of the Uralmash is well-known all over the world.

The Electrical Engineering plant was put into operation in 1934. At the present time it is a great complex of heavy electrical machine-building. It produces powerful hydrogenerators, transformers, air and oil switches, rectifiers & other electrical equipment. Besides, it is one of the main producers of high-voltage machinery.

The Turbo-Motorny Works produces turbines & diesel motors for powerful trucks. The turbines manufactured by this plant are widely known not only in our country, but also abroad. The plant turned out its first turbines in 1941.

The Urals Chemical Works, the greatest plant in the country, produces machinery for the chemical industry. It also produces vacuum- filters used in different branches of oil industry.

The Verkh-Iset Metallurgical Works the oldest industrial enterprise in Ekaterinburg is now the chief producer of high grade transformer steel in the country.

Now complex mechanization & automation of production processes are being used at all industrial enterprises of Ekaterinburg. Its plants make great contribution to the development of our country's national economy.

Подготовьте устный рассказ по теме на основе предложенного:

The United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland

The United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland (the UK) occupies most of the territory of the British Isles. It consists of four main parts: England, Scotland, Wales and Northern

Ireland. London is the capital of England. Edinburgh is the capital of Scotland, Cardiff— of Wales and Belfast — of Northern Ireland. The UK is a small country with an area of some 244,100 square kilometres. It occupies only 0.2 per cent of the world's land surface. It is washed by the Atlantic Ocean in the north-west, north and south-west and separated from Europe by the Severn, but the most important waterway is the Thames.

The climate is moderate and mild. But the weather is very changeable. The population of the United Kingdom is over 57 million people. Foreigners often call British people "English", but the Scots, the Irish and the Welsh do not consider themselves to be English. The English are Anglo-Saxon in origin, but the Welsh, the Scots and the Irish are Celts, descendants of the ancient people, who crossed over from Europe centuries before the Norman Invasion. It was this people, whom the Germanic Angles and Saxons conquered in the 5th and 6th centuries AD. These Germanic conquerors gave England its name — "Angle" land. They were conquered in their turn by the Norman French, when William the Conqueror of Normandy landed near Hastings in 1066. It was from the union of Norman conquerors and the defeated Anglo-Saxons that the English people and the English language were born. The official language of the United Kingdom is English. But in western Scotland some people still speak Gaelic, and in northern and central parts of Wales people often speak Welsh.

The UK is a highly developed industrial country. It is known as one of the world's largest producers and exporters of machinery, electronics, textile, aircraft, and navigation equipment. One of the chief industries of the country is shipbuilding.

The UK is a constitutional monarchy. In law, Head of the State is Queen. In practice, the country is ruled by the elected government with the Prime Minister at the head. The British Parliament consists of two chambers: the House of Lords and the House of Commons. There are three main political parties in Great Britain: the Labour, the Conservative and the Liberal parties. The flag of the United Kingdom, known as the Union Jack, is made up of three crosses. The big red cross is the cross of Saint George, the patron saint of England. The white cross is the cross of Saint Andrew, the patron saint of Scotland. The red diagonal cross is the cross of Saint Patrick, the patron saint of Ireland.

The United Kingdom has a long and exciting history and a lot of traditions and customs. The favorite topic of conversation is weather. The English like to drink tea at 5 o'clock. There are a lot of high days in Great Britain. They celebrate Good Friday, Christmastide, Christmas, Valentine's day and many others. It is considered this nation is the most conservative in Europe because people attach greater importance to traditions; they are proud of them and keep them up. The best examples are their money system, queen, their measures and weights. The English never throw away old things and don't like to have changes.

Great Britain is a country of strong attraction for tourists. There are both ancient and modern monuments. For example: Hadrian Wall and Stonehenge, York Cathedral and Durham castle. It is no doubt London is the most popular place for visiting because there are a lot of sightseeing like the Houses of Parliament, Buckingham Palace, London Bridge, St Paul's Cathedral, Westminster Abbey, the Tower of London. Also you can see the famous Tower Clock Big Ben which is considered to be the symbol of London. Big Ben strikes every quarter of an hour. You will definitely admire Buckingham Palace. It's the residence of the royal family. The capital is famous for its beautiful parks: Hyde Park, Regent's Park. The last one is the home of London Zoo.

Подготовьте устный рассказ по теме на основе предложенного:

My speciality is Geology

I am a first year student of the Ural State Mining University. I study at the geological faculty. The geological faculty trains geologic engineers in three specialities: mineral prospecting and exploration, hydrogeology and engineering geology, drilling technology.

Geology is the science which deals with the lithosphere of our planet. Geology studies the composition of the Earth's crust, its history, the origin of rocks, their distribution and many other problems.

That is why the science of geology is commonly divided into several branches, such as:

1. General Geology which deals with the composition and the structure of the Earth and with various geological processes going on below the Earth's surface and on its surface.
2. Petrology which studies the rocks of the Earth.
3. Mineralogy which investigates the natural chemical compounds of the lithosphere.
4. Paleontology which deals with fossil remains of ancient animals and plants found in rocks.
5. Historic Geology which treats of the Earth's history.
6. Structural Geology which deals with the arrangement of rocks due to the Earth's movements.
7. Economic Geology which deals with occurrence, origin and distribution of mineral deposits valuable to man.

All these branches of geology are closely related to each other.

Geology is of great practical importance because it supplies industry with all kinds of raw materials, such as ore, coal, oil, building materials, etc.

Geology deals with the vital problem of water supply. Besides, many engineering projects, such as tunnels, canals, dams, irrigation systems, bridges etc. need geological knowledge in choosing construction sites and materials.

The practical importance of geology has greatly increased nowadays. It is necessary to provide a rapid growth of prospecting mineral deposits, such as ores of iron, copper, lead, uranium and others, as well as water and fossil fuels (oil, gas and coal). They are badly needed for further development of all the branches of the national Economy of our country and for creating a powerful economic foundation of the society. The graduates of the geological faculty of the Ural State Mining University work all over the country in mines, geological teams and expeditions of the Urals, Siberia, Kazakhstan, in the North and Far East, etc. as well as abroad.

Very often geologists have to work under hard climatic and geological conditions. They must be courageous, strong and purposeful people, ready to overcome any hardships which nature has put in their way to its underground treasure-house.

Практические занятия направлены также на формирование грамматического навыка по темам: порядок слов в повествовательном и побудительном предложениях, порядок слов в вопросительном предложении, безличные предложения, местоимения (указательные, личные, возвратно-усилительные, вопросительные, относительные, неопределенные), имя существительное, артикли (определенный, неопределенный, нулевой), функции и спряжение глаголов *to be* и *to have*, оборот *there+be*, имя прилагательное и наречие, степени сравнения, сравнительные конструкции, имя числительное (количественные и порядковые; чтение дат), образование видовременных форм глагола в активном залоге.

Распределение выше указанных тем в учебнике:

- Агабекян И. П. Английский язык для бакалавров: учебное пособие для студентов вузов / И. П. Агабекян. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2017. - 384 с.: ил. - (Высшее образование) (200 экз. в библиотеке УГГУ) и учебнике:

- Журавлева Р.И. Английский язык: учебник: для студентов горно-геологических специальностей вузов / Р. И. Журавлева. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2013. - 508 с. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 502 (192 экз. в библиотеке УГГУ) представлено в таблице №1:

Таблица №1

Название темы	Страницы учебников	
	<i>Агабекян И. П.</i>	<i>Журавлева Р.И.</i>
Порядок слов в повествовательном и побудительном предложениях	148	9
Порядок слов в вопросительном предложении	163-170	10, 24
Безличные предложения	149	440
Местоимения (указательные, личные, возвратно-усилительные, вопросительные, относительные, неопределенные)	41-55	101, 439
Имя существительное	66-78	435

Артикли (определенный, неопределенный, нулевой)	78-84	433
Функции и спряжение глаголов <i>to be</i> и <i>to have</i>	102-104	6-8
Оборот <i>there+be</i>	105-107	100
Имя прилагательное и наречие	115	83
Степени сравнения, сравнительные конструкции	115-121	143
Имя числительное (количественные и порядковые; чтение дат)	261-271	-
Образование видовременных форм глагола в активном залоге	193-209	10, 36, 69

Повторите материал практических занятий!

Порядок слов в английском предложении

В русском языке, благодаря наличию падежных окончаний, мы можем переставлять члены предложения, не меняя основного смысла высказывания. Например, предложения Студенты изучают эти планы и Эти планы изучают студенты совпадают по своему основному смыслу. Подлежащее в обоих случаях - студенты, хотя в первом предложении это слово стоит на первом месте, а во втором предложении - на последнем.

По-английски такие перестановки невозможны. Возьмём предложение The students study these plans Студенты изучают эти планы. Если подлежащее и дополнение поменяются местами, то получится бессмыслица: These plans study the students Эти планы изучают студентов. Произошло это потому, что слово plans, попав на первое место, стало подлежащим.

Английское предложение имеет твёрдый порядок слов.

Порядок слов в английском предложении показан в этой таблице:

I	II	III Дополнение			IV
Подлежащее	Сказуемое	Косвенное без предлога	Прямое	Косвенное с предлогом	Обстоятельство
We Мы	study изучаем		math математику		
He Он	gives дает	us нам	lessons уроки		in this room. в этой комнате
She Она	reads читает		her notes свои заметки	to Peter Петру	every day. каждый день

Вопросительное предложение

Общее правило построения вопросов в английском языке таково: Все вопросы (кроме специальных вопросов к подлежащему предложения) строятся путем инверсии. Инверсией называется нарушение обычного порядка слов в английском предложении, когда сказуемое следует за подлежащим.

В тех случаях, когда сказуемое предложения образовано без вспомогательных глаголов (в Present и Past Indefinite) используется вспомогательный глагол *to do* в требуемой форме - *do/does/did*.

Общие вопросы

Общий вопрос задается с целью получить подтверждение или отрицание высказанной в вопросе мысли. На общий вопрос обычно дается краткий ответ: "да" или "нет".

Для построения общего вопроса вспомогательный или модальный глагол, входящий в состав сказуемого, ставится в начале предложения перед подлежащим.

а) Примеры сказуемого с одним вспомогательным глаголом: Is he speaking to the teacher?
- Он говорит с учителем?

б) Примеры сказуемого с несколькими вспомогательными глаголами:

You will be writing letters to us. – Ты будешь писать нам письма.
Will you be writing letters to us? – Будешь ли ты писать нам письма?

Примеры с модальными глаголами:

She can drive a car. – Она умеет водить машину.

Can she drive a car? – Она умеет водить машину? (Yes, she can.; No, she cannot)

Когда в составе сказуемого нет вспомогательного глагола (т.е. когда сказуемое выражено глаголом в Present или Past Indefinite), то перед подлежащим ставятся соответственно формы do / does или did; смысловой же глагол ставится в форме инфинитива без to (словарная форма) после подлежащего.

С появлением вспомогательного глагола do на него переходит вся грамматическая нагрузка - время, лицо, число: в Present Indefinite в 3-м лице ед. числа окончание -s, -es смыслового глагола переходит на глагол do, превращая его в does; а в Past Indefinite окончание прошедшего времени -ed переходит на do, превращая его в did.

Do you go to school? – Ходишь ли ты в школу?

Do you speak English well? – Ты хорошо говоришь по-английски?

Ответы на общие вопросы

Общий вопрос требует краткого ответа "да" или "нет", которые в английском языке образуются следующим образом:

а) Положительный состоит из слова Yes за которым (после запятой) идет подлежащее, выраженное личным местоимением в им. падеже (никогда не используется существительное) и тот вспомогательный или модальный глагол, который использовался в вопросе (вспомогательный глагол согласуется с местоимением ответа);

б) Отрицательный ответ состоит из слова No, личного местоимения и вспомогательного (или модального) глагола с последующей частицей not

Например: Are you a student? – Ты студент?

Yes, I am. – Да.; No, I am not. – Нет.

Do you know him? – Ты знаешь его?

Yes, I do. – Да (знаю).; No, I don't. – Нет (не знаю).

Специальные вопросы

Специальный вопрос начинается с вопросительного слова и задается с целью получения более подробной уточняющей информации. Вопросительное слово в специальном вопросе заменяет член предложения, к которому ставится вопрос.

Специальные вопросы могут начинаться словами:

who? – кто? whom? – кого? whose? – чей? what? – что? какой? which? –
который?

when? – когда? where? – где? куда? why? – почему? how? – как?

how much? – сколько? how many? – сколько? how long? – как долго?
сколько времени?

how often? – как часто?

Построение специальных вопросов:

1) Специальные вопросы ко всем членам предложения, кроме подлежащего (и его определения) строятся так же, как и общие вопросы – посредством инверсии, когда вспомогательный или модальный глагол ставится перед подлежащим.

Специальный вопрос (кроме вопроса к подлежащему) начинается с вопросительного слова или группы слов за которым следуют вспомогательный или модальный глагол, подлежащее и смысловой глагол (сохраняется структура общего вопроса).

Вопрос к прямому дополнению:

What are you reading? Что ты читаешь?

What do you want to show us? Что вы хотите показать нам?

Вопрос к обстоятельству

Обстоятельства бывают разного типа: времени, места, причины, условия, образа действия и др.

He will come back tomorrow. – Он вернется завтра.
When will he come back? – Когда он вернется?
What did he do it for? Зачем он это сделал?
Where are you from?

Вопрос к определению

Вопрос к определению начинается с вопросительных слов what какой, which (of) который (из), whose чей, how much сколько (с неисчисляемыми существительными), how many сколько (с исчисляемыми существительными). Они ставятся непосредственно перед определяемым существительным (или перед другим определением к этому существительному), а затем уже идет вспомогательный или модальный глагол.

What books do you like to read? Какие книги вы любите читать?
Which books will you take? Какие книги (из имеющихся) вы возьмете?

Вопрос к сказуемому

Вопрос к сказуемому является типовым ко всем предложениям: "Что он (она, оно, они, это) делает (делал, будет делать)?"", например:
What does he do? Что он делает?

Специальные вопросы к подлежащему

Вопрос к подлежащему (как и к определению подлежащего) не требует изменения прямого порядка слов, характерного для повествовательного предложения. Просто подлежащее (со всеми его определениями) заменяется вопросительным местоимением, которое исполняет в вопросе роль подлежащего. Вопросы к подлежащему начинаются с вопросительных местоимений:

who – кто (для одушевленных существительных)
what - что (для неодушевленных существительных)
The teacher read an interesting story to the students yesterday.
Who read an interesting story to the students yesterday?

Сказуемое в таких вопросах (после who, what в роли подлежащего) всегда выражается глаголом в 3-м лице единственного числа (не забудьте про окончание -s в 3-м лице ед. числа в Present Indefinite. Правила образования -s форм см. здесь.):

Who is reading this book? Кто читает эту книгу?
Who goes to school?

Альтернативные вопросы

Альтернативный вопрос задается тогда, когда предлагается сделать выбор, отдать чему-либо предпочтение.

Альтернативный вопрос может начинаться со вспомогательного или модального глагола (как общий вопрос) или с вопросительного слова (как специальный вопрос) и должен обязательно содержать союз or - или. Часть вопроса до союза or произносится с повышающейся интонацией, после союза or - с понижением голоса в конце предложения.

Например вопрос, представляющий собой два общих вопроса, соединенных союзом or:
Is he reading or is he writing?
Did he pass the exam or did he fail?

Вторая часть вопроса, как правило, имеет усеченную форму, в которой остается (называется) только та часть, которая обозначает выбор (альтернативу):
Is he reading or writing?

Разделительные вопросы

Основными функциями разделительных вопросов являются: проверка предположения, запрос о согласии собеседника с говорящим, поиски подтверждения своей мысли, выражение сомнения.

Разделительный (или расчлененный) вопрос состоит из двух частей: повествовательной и вопросительной.

Первая часть - повествовательное утвердительное или отрицательное предложение с прямым порядком слов.

Вторая часть, присоединяемая через запятую, представляет собой краткий общий вопрос, состоящий из местоимения, заменяющего подлежащее, и вспомогательного или модального глагола. Повторяется тот вспомогательный или модальный глагол, который входит в состав сказуемого первой части. А в Present и Past Indefinite, где нет вспомогательного глагола, употребляются соответствующие формы do/ does/ did.

В второй части употребляется обратный порядок слов, и она может переводиться на русский язык: не правда ли?, не так ли?, верно ведь?

1. Если первая часть вопроса утвердительная, то глагол во второй части стоит в отрицательной форме, например:

You speak French, don't you? You are looking for something, aren't you? Pete works at a plant, doesn't he?

2. Если первая часть отрицательная, то во второй части употребляется утвердительная форма, например:

It is not very warm today, is it? John doesn't live in London, does he?

Безличные предложения

Поскольку в английском языке подлежащее является обязательным элементом предложения, в безличных предложениях употребляется формальное подлежащее, выраженное местоимением it. Оно не имеет лексического значения и на русский язык не переводится.

Безличные предложения используются для выражения:

1. Явлений природы, состояния погоды: It is/(was) winter. (Была) Зима. It often rains in autumn. Осенью часто идет дождь. It was getting dark. Темнело. It is cold. Холодно. It snows. Идет снег.

2. Времени, расстояния, температуры: It is early morning. Раннее утро. It is five o'clock. Пять часов. It is two miles to the lake. До озера две мили. It is late. Поздно.

3. Оценки ситуации в предложениях с составным именным (иногда глагольным) сказуемым, за которым следует подлежащее предложения, выраженное инфинитивом, герундием или придаточным предложением: It was easy to do this. Было легко сделать это. It was clear that he would not come. Было ясно, что он не придет.

4. С некоторыми глаголами в страдательном залоге в оборотах, соответствующих русским неопределенно-личным оборотам: It is said he will come. Говорят, он придет.

Местоимение. The Pronoun. Классификации местоимений.

1	personal	личные
2	possessive	притяжательные
3	demonstrative	указательные
4	indefinite and negative	неопределенные и отрицательные
5	quantifiers	количественные
6	reflexive	возвратные
7	reciprocal	взаимные
8	relative	относительные
9	defining	определятельные
10	interrogative	вопросительные

I. Личные (personal) местоимения

Общий падеж		Объектный падеж	
I	я	me	мне, меня
he	он	him	его, ему
she	она	her	ей, о ней
it	оно, это	it	ей, ему, этому
we	мы	us	нам, нас

they	они	them	им, их
you	ты, вы	you	тебе, вам
Внимание! He (он) и she (она) в английском языке можно говорить только про людей. Все остальные английские существительные (предметы, животные, явления природы, чувства и т. д.) - обозначаются – it (оно, это).			
he	she	it	
a boy – мальчик a man – мужчина brother – брат father – отец Nick – Николай Mr Grey – мистер Грей	a girl – девочка a woman – женщина sister – сестра mother – мама Kate – Катя Mrs Grey – миссис Грей	a cat – кот a wall – стена rain – дождь love – любовь a hand – рука an apple – яблоко	

Англичане говорят **It's me**, а не **It's I** (это я).

II. Притяжательные (possessive) местоимения

Притяжательные местоимения выражают принадлежность и имеют в английском языке две формы - основную (после этой формы обязательно требуется существительное).

Whose pen is it? - Чья это ручка? - **It's my pen.** - Это моя ручка.

И абсолютную (существует самостоятельно, без существительного) - **It's mine.** - Это моя.

Личное местоимение	Основная форма	Абсолютная форма
I – я he – он she – она it – оно, это we – мы you – ты, вы they – они	my (toy) - моя (игрушка) his (toy) - его (игрушка) her (toy) - ее (игрушка) its (toy) - его (не о человеке) our (toy) - наша (игрушка) your (toy) - ваша, твоя (игрушка) their (toy) - их (игрушка)	his - его hers - ее its - его (этого) ours - наша yours - ваша, твоя theirs - их

III. Указательные (demonstrative) местоимения

this (это, эта, этот) – **these** (эти) **that** (то, та, тот) - **those** (те)

IV. Неопределенные (indefinite) и отрицательные (negative) местоимения

Местоимения **some, any, every**, и их производные

- Если у вас есть, например, яблоки и вы знаете, сколько их, вы говорите:

I have/I have got three apples. У меня есть 3 яблока,

- Если вы не знаете точное количество, то используйте неопределенное местоимение **some: I have/I have got apples.** У меня есть несколько яблок (некоторое количество).

Производные от неопределенных местоимений

Слово **“think”** обозначает **“вещь”** (не обязательно материальная).

Слово **“body”** обозначает **“тело”**. Эти слова являются основой для целого ряда словообразований.

Thing используется для неодушевленных (что-то):

some	something – что-то, что-нибудь
any	anything - что-то, что-нибудь
no	nothing - ничего, ничто
thing	

every	everything - все
Body/one - для одушевленных (кто-то):	
some	somebody/someone – кто-то, кто-нибудь
any	anybody/anyone - кто-то, кто-нибудь
	body/one
no	nobody / no one - никого, никто
every	everybody /everyone – все, каждый
Местоимение some и основа body должны произноситься и писаться слитно, в противном случае вместо somebody – кто-то, получится some body - какое-то тело, Something/somebody/someone - в утвердительных предложениях, anything/anybody/anyone - в отрицательных и вопросительных предложениях, nothing/nobody/no one – в отрицательных. Anything/anybody/anyone - также используются в утвердительных предложениях, но в значении <i>что угодно/кто угодно</i>	

somewhere - где-нибудь, куда-нибудь	anywhere - где угодно
nowhere - нигде	everywhere - везде

V. Количественные (quantifiers) местоимения

Many и much - оба слова обозначают “много”, С исчисляемыми существительными (теми, которые можно посчитать, можно образовать множественное число) используется слово many, а с неисчисляемыми - слово much.	
many girls - много девочек many boys - много мальчиков many books - много книжек	much snow - много снега much money - много денег much time - много времени
How many? } сколько? How much? }	How many girls? - Сколько девочек? How much sugar? - Сколько сахара? How much sugar? - Сколько сахара?
a lot of... - много - используется и с исчисляемыми, и с неисчисляемыми существительными a lot of girls – много девочек a lot без (of) используется и без существительного. a lot of sugar - много сахара Сравните: He writes a lot of funny stories. Он пишет много забавных рассказов. He writes a lot. Он много пишет.	
<u>В утвердительных</u> предложениях используйте a lot of. <u>В отрицательных</u> и в вопросительных many/much, Сравните: (+) My grandmother often cooks a lot of tasty things. Моя бабушка часто готовит много вкусного. (-) But we don't eat much. Но мы не едим много. (?) Do you eat much? Вы много едите? Иногда слова much и a lot являются синонимами слова “часто”: Do you ski much? Вы много (часто) катаетесь на лыжах? No, not much (= not often). Нет, не часто.	

Few, little, a few, a little

С **неисчисляемыми** существительными используйте слово **little** (мало), а с **исчисляемыми** - **few** (мало).

few books - мало книг few girls - мало девочек few boys - мало мальчиков	little time - мало времени little money - мало денег little snow - мало снега
little } мало (т.е. надо еще) few }	a little } немного (т.е. пока хватает) a few }

VI. Возвратные (reflexive) местоимения

Возвратные местоимения образуются от личных местоимений в объектном падеже и притяжательных местоимений прибавлением - **self** в единственном числе и - **selves** во множественном числе. Возвратные местоимения используются для того, чтобы показать, что объект, названный подлежащим предложения сам совершает действие.

Личное местоимение	Возвратное местоимение	Пример	Перевод
I	myself	I did it myself.	Я сделал это сам
he	himself	He did it himself.	Он сделал это сам.
she	herself	She did it herself.	Она сделала это сама
you	yourself	You did it yourself.	Вы сделали это сами.
they	themselves	They did it themselves.	Они сделали это сами.
we	ourselves	We did it ourselves.	Мы сделали это сами.

VII. Взаимные (reciprocal) местоимения

Each other - друг друга (относится к двум лицам или предметам).

One another - друг друга (относится к большему количеству лиц или предметов).

They spoke to each other rather friendly. Они разговаривали друг с другом довольно дружелюбно.

They always help one another. Они всегда помогают друг другу.

VIII. Относительные (relative) местоимения

Who (whom), whose, which, that

who	Именительный падеж who (подлежащее) The girl <u>who</u> is playing the piano is my sister. Девочка, которая играет на пианино, - моя сестра.
	Объектный падеж whom (дополнение) The man <u>whom</u> I love the best is your brother. Человек, которого я люблю больше всех, - твой брат.
which	Для неодушевленных предметов и животных The flowers <u>which</u> you brought me were pretty nice. Цветы, которые ты мне принес, очень милые.
whose	Для одушевленных существительных This is the man <u>whose</u> book we read yesterday. Это человек, книгу которого мы читали вчера.
	Для неодушевленных существительных We saw the tree <u>whose</u> leaves were absolutely yellow. Мы увидели дерево, листья которого были абсолютно желтыми.
that	Для одушевленных существительных This is the man <u>that</u> we saw yesterday. Это мужчина, которого мы видели вчера.
	Для неодушевленных существительных This is the film <u>that</u> we saw yesterday. Это фильм, который мы видели вчера.

IX. Определительные (defining) местоимения

all

Употребление	Примеры	Перевод
определяет неисчисляемые	He spent all his time fishing on the	Он провел все свое время,

существительные	lake.	ловя рыбу на озере.
определяет исчисляемые существительные	All the boys like football. (the после all!)	Все мальчишки любят футбол.
all = everything	I know all/everything .	Я знаю всё.
all = everybody	All were hungry. Everybody was hungry.	Все были голодны. Все были голодны.
we all = all of us you all = all of you they all = all of them	We all love you very much = All of us love you very much.	Мы все тебя очень любим

both

Употребление	Примеры	Перевод
определяет существительные	Both (the/my) friends like football.	Оба моих друга любят футбол
допускается использование артикля вместо указательных местоимений после both	Both these/the men are Russian.	Оба (эти) мужчины - русские.
употребляется вместо существительного	He gave me two apples. Both were sweet.	Он дал мне два яблока. Оба были сладкими.
they both = both of them you both = both of you we both = both of us	They both (both of them) came to visit us.	Они оба пришли навестить нас.
в устойчивой конструкции both...and.	Both mother father were at home	И мама, и папа были дома.
в отрицательных предложениях вместо both используется neither	Both of them know English. Neither of them know English.	Они оба знают английский. Ни один из них не знает английского.

either/neither

	Употребление	Примеры	Перевод
either	любой из двух (артикл не ставится)	I've got 2 cakes. Take either cake.	У меня 2 пирожных. Возьми любое.
	каждый, оба, и тот, и другой	There are windows on either side of the house.	С обеих сторон дома есть окна.
	заменяет существительное (глагол в ед. числе)	Either of dogs is always hungry.	Любая из собак вечно голодная.
neither	отрицательное местоимение-определение (ни тот, ни другой)	Neither of examples is correct.	Ни один из примеров не верен.
	в констр. neither.. nor (ни.. ни)	I like neither tea, nor coffee.	Я не люблю ни чай, ни кофе.

other, another, the other, the others (другой, другие)

	Употребление	Примеры	Перевод
the other	другой (второй), другой из двух	You've got 2 balls: one and the other.	У тебя 2 мяча: один и другой.
another	другой из многих, еще один	Take another ball.	Возьми другой мяч. (Любой, но не этот.)
other	другие (любые), не последние	Take other 2 balls.	Возьми другие 2 мяча. (Из многих.)

the others	другие (определенные)	There are 4 balls: 2 balls are red and the others are blue.	Есть 4 мяча: 2 красных, а другие 2 - синие.
-------------------	-----------------------	--	---

X. Вопросительные (interrogative) местоимения

what	что	What's this?	Что это?
which	который	Which of them?	Какой из них?
who	кто, кого	Who was that?	Кто это был?
whom	кого	Whom did you meet?	Кого ты встретил?
whose	чей	Whose book is it?	Чья это книга?

Имя существительное. The Noun

Категории	Существительное в русском языке	Существительное в английском языке
Число	Изменяется	Изменяется
Падеж	Изменяется	Не изменяется

The Plural Form of Nouns

Образование множественного числа у английских существительных

Способ образования	Примеры	Перевод
после глухих согласных	a book - books a cup - cups	книга - книги чашка - чашки
после звонких согласных и гласных -	a name - names a girl - girls	имя - имена девочка - девочки
после шипящих, свистящих звуков -ch, -sh, -x, -s, -z: -es	a palace - palaces a bush - bushes a box - boxes a church - churches	дворец - дворцы куст - кусты коробка - коробки церковь - церкви
слово заканчивается на -у: 1) гласная +у	a toy - toys a boy - boys	игрушка - игрушки мальчик - мальчики
2) согласная + у	a family - families a story - stories	семья - семьи история - истории
слово заканчивается на -file	a leaf - leaves a shelf - shelves	лист - листья полка - полки

Особые случаи образования множественного числа

Ед. число	Мн. число	Перевод
man	men	мужчина - мужчины
woman	women	женщина - женщины
foot	feet	нога (стопа) - ноги (стопы)
child	children	ребенок - дети
goose	geese	гусь - гуси
mouse	mice	мышь - мыши
ox	oxen	бык - быки
tooth	teeth	зуб - зубы

Слова - заместители существительных Substitutions: one/ones

При повторном использовании одного и того же существительного в одном предложении, вместо него следует использовать one (в единственном числе) и ones (во множественном числе):

This table is bigger than that one - Этот стол больше, чем тот (стол).
 These tables are bigger than those ones. - Эти столы больше, чем те (столы).

Со словами one/ones может быть использован артикль, если перед ними стоит прилагательное.	
What apple do you want? Какое ты хочешь яблоко? The red one. Красное.	What apples do you want? Какие яблоки ты хочешь? The red ones. Красные.

Английские существительные не имеют падежных окончаний традиционно выделяют два падежа -общий и притяжательный.

Общий падеж

И. п. Эта девочка хорошо говорит по-английски. Р. п. Это собака той девочки. Д. п. Я дал яблоко той девочке. . В. п. Я вижу маленькую девочку. . Т. п. Я люблю гулять с этой девочкой. П. п. Я часто думаю об этой девочке.	This girl speaks English well. It's a dog of that girl. I gave an apple to that girl. I can see a little girl. I like to play with this girl. I often think about this girl.
--	---

Притяжательный падеж. The Possessive Case

Образование притяжательного падежа

	Образование	Примеры	Перевод
существительные в единственном числе	's	bird's house child's ball	домик птички мячик ребенка
существительные во множественном числе (группа исключений)	's	children's ball women's rights	мячик детей права женщин
существительное во множественном числе	'	girls' toy birds' house	игрушка девочек домик птичек

Формула притяжательного падежа обычно имеют лишь одушевленные существительные, обозначающие живое существо, которому что-то принадлежит,

my mother's book - мамина книга,

this girl's ball - мячик девочки,

the bird's house - домик птички

Для того, чтобы показать принадлежность объекта неодушевленному предмету, используется предлог of:

the handle of the door (ручка (от) двери), но чаще образуется составное существительное **door-handle**,

Артикль. The Article

1. Неопределенный a/an (используется перед исчисляемыми существительными в единственном числе)

a cat –кот

a dog –собака

a boy – мальчик

a girl -девочка

a teacher - учитель

2. Определенный the (может использоваться с любыми существительными)

the cat -кот

the houses –дома

the water -вода

the weather –погода

the flowers - цветы

Если слово начинается с гласной буквы, к артиклю "a" добавляется буква "n", для того, чтобы две гласные не сливались: an apple (яблоко), an orange (апельсин), an author (автор) и т. д. Слово "an hour" (час) начинается с согласной буквы "h", но в слове эта буква не читается, т.е. слово начинается с гласного звука, поэтому к артиклю "a" также добавляется n = an

Упомянув объект впервые, перед ним ставят неопределенный артикль a/an при повторном упоминании того же самого объекта, перед ним ставят определенный артикль the

I see a cat, Я вижу кота (одного). The cat is black. (этот) Кот – черный.

This is a kitten. Это - котенок. (Один из многих) The kitten is hungry. (этот) Котенок - голодный.

I have a book- У меня есть книга. The book is interesting. (эта) Книга - интересная.

Неопределенный артикль a/an опускается перед исчисляемыми существительными и существительными во множественном числе.

a pen - pens (ручка - ручки) a dog - dogs (собака - собаки) a book - books (книга - книги)

- water (вода) - snow (снег) - meat (мясо)

Использование неопределенного артикля a

один из множества (любой)	This is a cat.
первое упоминание в тексте	I see a bird.
при упоминании профессии	My brother is a pilot.
в восклицательных предложениях	What a good girl! What a surprise! Such a fine room!
вместо слова один	She is coming for a week.
в определенных конструкциях there is a... I have a... he has a... I see a... this is a... that is a... It is a... I am a... he/she is a...	There is a book here. I have got a nice coat. He has a kind smile. I see a wolf. This is a dog. That is a doctor. It is a red pen. I am a good swimmer. He/she is a tourist
в ряде устойчивых словосочетаний at a quarter... in a loud, (a low, an angry voice) to have a good time a lot of to go for a walk such a... after a while in a day (a month, a week, a year)	Come at a quarter to 8. Don't speak to him in an angry voice. We had a good time in the country. She has got a lot of presents. Let's go for a walk. He is such a clever boy. You'll see them after a while. We are living in a day.

Использование определенного артикля the

если речь идет о конкретном лице или предмете	The pen is on the table.
при повторном упоминании того же самого объекта	I see a cat. The cat is black.
если слово обозначает нечто, существующее в единственном лице, с частями света	the sun, the moon, the Earth
со словами: only (только), main (главный), central (центральный), left (левый), right (правый), wrong (неправильный), next (следующий), last (последний), final (заключительный)	The only man I love the main road to the left, to the right It was the right answer. the final test
с порядковыми числительными	the first, the tenth

с прилагательными в превосходной степени	the kindest, the most interesting the best
с музыкальными инструментами и танцами	to play the piano, to dance the tango
с обобщающими существительными (класс людей» животных, термины, жанры)	The Britons keep their traditions.
с названиями музеев, кинотеатров, кораблей, галерей, газет, журналов	the Hermitage the Tretyakov Gallery the Aurora the Sesame Street
с названиями океанов, рек, морей, каналов, пустынь, групп, островов, штатов, горных массивов, наименований с of	the Atlantic ocean the Neva river the Black sea Changing of the Guard

Использование определенного артикля в ряде устойчивых словосочетаний

in the middle, in the corner in the morning, In the evening, in the afternoon what's the use? to the cinema, to the theatre, to the shop, to the market at the cinema, at the theatre, at the shop, at the market the fact is (was) that... where is the...? in the country, to the country	The table is in the middle of the room. I never drink coffee in the evening. What's the use of going there so late? Do you like going to the theatre? He works at the shop. The fact is that I have no money at all. Where is the doctor? We always spend summer in the country.
--	---

Сколько бы прилагательных-определений ни стояло перед существительным, все эти определения ставятся между артиклем и существительным: A big, black, fat cat большой, черный, толстый кот.

Случаи, когда артикль не употребляется

если, перед существительным стоит притяжательное местоимение	a pen - my pen a dog - his dog the teacher - our teacher the apple - her apple
если перед существительным стоит указательное местоимение	the cats - those cats the books - these books a mouse - this mouse
если стоит другое существительное в притяжательном падеже	a car - father's car the horse - farmer's horse a bike - brother's bike the doll - sister's doll
если перед существительным стоит, количественное числительное	5 balls, 7 bananas, 2 cats
если перед существительным стоит отрицание "no"	She has no children. I see no birds.
перед именами	Mike, Kate, Jim, etc
с названиями дней недели	Sunday, Monday, etc.
с названиями месяцев	May, December, etc.
с названиями времен года	in spring, in winter
с названиями цветов	white, etc. I like green
с названиями спортивных игр	football, chess, etc.
с названиями блюд, напитков	tea, coffee, soup, etc,
с названиями праздников	Easter, Christmas, etc.

с названиями языков, если нет слова (язык). Если есть, нужен артикль the	English, etc. I learn English, the English language
с названиями стран	Russia, France, etc HO: the USA, the United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland, the Netherlands, the Ukraine, the Congo
с названиями городов	Moscow, Paris, etc.
с названиями улиц, площадей	Trafalgar Square
с названиями парков	St James' Park, Hyde Park
с названиями мостов	Tower Bridge
с названиями одиночных гор	Kilimanjaro
с названиями озер	Loch Ness
с названиями континентов	Asia, Australia, etc.
с названиями одиночных островов	Cyprus
если перед существительными стоит вопросительное или отрицательное местоимение	what animals can swim? I know what thing you have lost!

ГЛАГОЛ (THE VERB)

Глаголом называется часть речи, обозначающая действие или состояние предмета или лица.

В английском языке признаком глагола в неопределенной форме (инфинитиве) является частица to.

По своей структуре глаголы делятся на:

1. Простые, состоящие только из одного корня:

to fire - стрелять; зажигать

to order - приказывать

to read - читать

to play - играть

2. Производные, состоящие из корня и префикса, из корня и суффикса или из корня, префикса и суффикса:

to unpack - распаковывать

to dismiss - увольнять, отпускать

to realize - представлять себе

to shorten - укорачивать (ся)

to encounter - встречать (ся), наталкивать (ся)

to regenerate - перерождаться, возрождаться

3. Сложные, состоящие из двух основ (чаще всего основы существительного или прилагательного и основы глагола):

to broadcast (broad + cast) - передавать по радио

to whitewash (white + wash) - белить

4. Составные, состоящие из глагольной основы и наречия или предлога:

to carry out - выполнять

to sit down - садиться

По значению глаголы делятся на смысловые и служебные.

1. Смысловые глаголы имеют самостоятельное значение, выражают действие или состояние: Lomonosov as a poet and scientist played a great role in the formation of the Russian literary language. Как поэт и ученый Ломоносов сыграл огромную роль в создании русского литературного языка.

2. Служебные глаголы не имеют самостоятельного значения и употребляются для образования сложных форм глагола или составного сказуемого. Они являются спрягаемым элементом сказуемого и в его формах выражается лицо, число и время. К ним относятся:

1. Глаголы-связки to be быть, to become становиться, to remain оставаться, to grow становиться, to get, to turn становиться, to look выглядеть, to keep сохраняться.

Every man is the maker of his own fortune. Каждый человек-творец своей судьбы.

2. Вспомогательные глаголы to be, to do, to have, to let, shall, will (should, would):

The kitchen was supplied with every convenience, and there was even a bath-room, a luxury the Gerhardts had never enjoyed before. На кухне имелись все удобства; была даже ванная комната- роскошь, какой Герхардты никогда до сих пор не обладали.

3. Модальные глаголы can, may, must, ought, need: He that would eat the fruit must climb the tree. Кто любит фрукты, должен влезть на дерево (чтобы сорвать). (Любишь кататься-люби и саночки возить.)

Все формы глагола в английском языке делятся на личные и неличные.

Личные формы глагола выражают время, лицо, число, наклонение. Они выполняют в предложении функцию сказуемого. К личным формам относятся все формы времен действительного и страдательного залога (изъявительного и сослагательного наклонения):

As you leave the Kremlin by Spassky Gate you come out on the Red Square. Если вы выходите из Кремля мимо Спасских Ворот, вы оказываетесь на Красной площади.

Неличные формы глагола не различаются по лицам и числам. Они не могут самостоятельно выполнять в предложении функцию сказуемого, но могут входить в его состав. К неличным формам относятся: инфинитив, причастие и герундий. Every step towards eliminating nuclear weapons is in the interests of every nation. Любой шаг в направлении уничтожения ядерного оружия служит интересам каждого государства.

Личные формы глагола в английском языке имеют три наклонения: изъявительное (the Indicative Mood), повелительное (the Imperative Mood) и сослагательное (the Subjunctive Mood).

Глаголы в изъявительном наклонении выражают реальное действие, передают факты: His son goes to school. Его сын учится в школе.

She has written an interesting article. Она написала интересную статью.

A new building of the theatre was built in this street. На этой улице построили новое здание театра.

Глаголы в повелительном наклонении выражают приказание, просьбу, совет, запрещение, команду:

"Don't buy them", warned our cautious driver. "Не покупайте их", - предупредил наш осторожный шофер.

Undertake not what you cannot perform but be careful to keep your promise. Не беритесь за то, что не сможете выполнить, но старайтесь сдержать обещание.

Глаголы в сослагательном наклонении выражают действие не реальное, а желательное или предполагаемое: If there were no bad people, there would be no good lawyers. Если бы не было плохих людей, не было бы хороших адвокатов.

Как личные, так и неличные формы глагола имеют **два залога**: действительный (the Active Voice) и страдательный (the Passive Voice).

Глаголы в действительном залоге выражают действие, которое производится подлежащим: I inform you that I have carried out the mission. Сообщаю, что я выполнил задание.

Глаголы в страдательном залоге выражают действие, которое испытывает на себе подлежащее: I was informed that the mission had been carried out. Мне сообщили, что задание было выполнено.

Формы глагола могут выражать отношение между действием и временем. В русском языке бывают глаголы **совершенного и несовершенного вида**. Глаголы совершенного вида обозначают действие, которое закончено, и есть его результат:

Он прочитал эту статью с интересом.

Глаголы несовершенного вида обозначают действие, указывая на его повторяемость, длительность, незаконченность: Вчера он читал эту статью с интересом. (Но он мог и не прочитать ее).

Вид глагола в русском языке выражается либо изменением его формы, либо с помощью суффиксов и приставок. Видовые значения глагола в английском языке выражаются сочетанием вспомогательного глагола с причастием настоящего или прошедшего времени смыслового глагола.

В английском языке четыре видо-временных группы глагола: неопределенные времена (Indefinite Tenses), продолженные времена (Continuous Tenses), совершенные времена (Perfect Tenses), и совершенные продолженные времена (Perfect Continuous Tenses). В каждой временной группе три времени: настоящее (Present), прошедшее (Past), будущее (Future).

Глагол "to be"

A: Are you from England?

B: No, we aren't. We're from China.

He's Tom and she's Helen. They are friends.

Утверждение		Отрицание		Вопрос
Полная форма	Краткая форма	Полная форма	Краткая форма	Am I?
I am	I'm	I am not	I'm not	Are you?
You are	You're	You are not	You aren't	Is he?
He is	He's	He is not	He isn't	Is she?
She is	She's	She is not	She isn't	Is it?
It is	It's	It is not	It isn't	Are we?
We are	We're	We are not	We aren't	Are you?
You are	You're	You are not	You aren't	Are they?
They are	They're	They are not	They aren't	

Краткими ответами называются ответы на вопросы, начинающиеся с глагольной формы is /are; в кратком ответе содержание вопроса не повторяется. Употребляется только Yes или No, далее личное местоимение в именительном падеже и глагольная форма is (isn't) / are (aren't). Например: Are you British? No, I'm not.

Yes, I am /we are. No, I'm not/we aren't.

Yes, he/she/it is. No, he/she/it isn't.

Yes, they are. No, they aren't.

WAS/WERE

Bob is eighty. He's old and weak.

Mary, his wife is seventy-nine. She's old too.

Fifty years ago they were young. Bob was strong. He wasn't weak. Mary was beautiful. She wasn't old.

В прошедшем простом времени (past simple) глагол "to be" с личными местоимениями в именительном падеже имеет следующие формы: was для I, he, she, it и –were для –we, you, they.

В вопросах was/were ставятся перед личным местоимением в именительном падеже (I, you, he и т.д.) или существительным. Например: She was ill yesterday. -> Was she ill yesterday? Отрицания образуются путем постановки not после was/were. Например: She was not ill yesterday. She wasn't ill yesterday.

Утверждение	Отрицание		Вопрос
I was	Полная форма	Краткая форма	Was I?
You were	I was not	I wasn't	Were you?
He was	You were not	You weren't	Was he?
	He was not	He wasn't	

She was	She was not	She wasn't	Was she?
It was	It was not	It wasn't	Was it?
We were	We were not	We weren't	Were we?
You were	You were not	You weren't	Were you?
They were	They were not	They weren't	Were they?

ОБОРОТ THERE IS/THERE ARE

There is a sofa in the room. There are two pictures on the wall. There isn't a TV in the room. What else is there in the room?

Мы употребляем конструкцию there is/there are, чтобы сказать, что кто-то или что-то существует или находится в определенном месте. Краткая форма there is – there's. There are не имеет краткой формы. Например: There is (There's) a sofa in the room. There are four children in the garden.

Вопросительная форма: Is there? Are there? Например: Is there a restaurant in the town? Are there any apples in the basket?

Отрицательная форма: There isn't .../There aren't ... Например: There is not / isn't a man in the room. There are not/aren't any cars in the street.

Краткие ответы строятся с помощью Yes, there is/are или No, there isn't / aren't. Содержание вопроса не повторяется.

Yes, there is. No, there isn't.

Yes, there are. No, there aren't.

Мы употребляем there is / there are, чтобы сказать, что что-то существует или находится в определенном месте, it is / they are - когда уже упоминали об этом. Например: There is a house in the picture.

It is a big house. (Но не: It's a house in the picture.)

There are three books on the desk.

They are history books. (Но не: They are three books on the desk.)

Конструкция There was/There were

This is a modern town today.

There are a lot of tall buildings and shops. There are cars and there isn't much peace and quiet.

This is the same town fifty years ago.

There weren't any tall buildings. There were some old houses. There weren't many cars and there wasn't much noise.

Конструкция There was/There were - это There is / There are в форме past simple. There was употребляется с существительными в единственном числе. Например: There was a post office in the street thirty years ago. There were употребляется с существительными во множественном числе. Например: There were a few houses in the street thirty years ago.

В вопросах was/were ставятся перед there. Например: Was there a post office in the street thirty years ago? Were there any houses in the street thirty years ago?

Отрицания строятся путем постановки not после was / were. Например: There was not / wasn't a post office in the street thirty years ago. There were not / weren't any houses in the street thirty years ago.

Утверждение	Отрицание		Вопрос
There was There were	Полная форма There was not There were not	Краткая форма There wasn't There weren't	Was there? Were there?

Краткие ответы строятся с помощью Yes или No и there was/there were. Содержание вопроса не повторяется.

Was there a book on the desk? Yes, there was. No, there wasn't.

Were there any people in the shop? Yes, there were. No, there weren't.

Глагол Have got

A bird has got a beak, a tail and wings.

Has she got long hair? No, she hasn't. She's got short hair.

What have they got? They've got roller blades. They haven't got skateboards.

She has got a headache.

Have (got) используется:

а) чтобы показать, что что-то принадлежит кому-то. Например: He's got a ball.

б) при описании людей, животных или предметов. Например: She's got blue eyes.

в) в следующих высказываниях: I've got a headache. I've got a temperature. I've got a cough, I've got a toothache, I've got a cold, I've got a problem.

Утверждение		Отрицание		Вопрос
Полная форма	Краткая форма	Полная форма	Краткая форма	Have I (got)?
I have (got)	I've (got)	I have not (got)	I haven't (got)	Have you (got)?
You have (got)	You've (got)	You have not (got)	You haven't (got)	Has he (got)?
He has (got)	He's (got)	He has not (got)	He hasn't (got)	Has she (got)?
She has (got)	She's (got)	She has not (got)	She hasn't (got)	Has it (got)?
It has (got)	It's (got)	It has not (got)	It hasn't (got)	Have we (got)?
We have (got)	We've (got)	We have not (got)	We haven't (got)	Have you (got)?
You have (got)	You've (got)	You have not (got)	You haven't (got)	Have they (got)?
They have (got)	They've (got)	They have not (got)	They haven't (got)	

Had

Grandpa, did you have a TV when you were five?

No, I didn't. People didn't have TV's then. They had radios.

Have (had) в past simple имеет форму Had для всех лиц.

Вопросы строятся с помощью вспомогательного глагола did, личного местоимения в именительном падеже и глагола - have. Например: Did you have many toys when you were a child?

Отрицания строятся с помощью did not и have. Например: I did not / didn't have many toys when I was a child.

Утверждение	Отрицание		Вопрос
	Полная форма	Краткая форма	
I had	I did not have	I didn't have	Did I have?
You had	You did not have	You didn't have	Did you have?
He had	He did not have	He didn't have	Did he have?
She had	She did not have	She didn't have	Did she have?
It had	It did not have	It didn't have	Did it have?
We had	We did not have	We didn't have	Did we have?
You had	You did not have	You didn't have	Did you have?
They had	They did not have	They didn't have	Did they have?

Имя прилагательное. The Adjective

Категории	Прилагательное в русском языке	Прилагательное в английском языке
Число	изменяется	не изменяется
Род	изменяется	не изменяется
Падеж	изменяется	не изменяется

Образование имен прилагательных

Имена прилагательные бывают: простые и производные
К простым именам прилагательным относятся прилагательные, не имеющие в своем составе

ни приставок, ни суффиксов: **small** - *маленький*, **long** - *длинный*, **white** - *белый*.
 К производным именам прилагательным относятся прилагательные, имеющие в своем составе **суффиксы** или **приставки**, или одновременно и те, и другие.

Суффиксальное образование имен прилагательных

Суффикс	Пример	Перевод
- ful	useful doubtful	полезный сомневающийся
- less	helpless useless	беспомощный бесполезный
- ous	famous dangerous	известный опасный
- al	formal central	формальный центральный
- able	eatable capable	съедобный способный

Приставочный способ образования имен прилагательных

Приставка	Пример	Перевод
un -	uncooked unimaginable	невареный невообразимый
in -	incapable inhuman	неспособный негуманный
il -	illegal illiberal	нелегальный необразованный
im -	impossible impractical	невозможный непрактичный
dis -	dishonest disagreeable	бесчестный неприятный
ir -	irregular irresponsible	неправильный безответственный
Некоторые имена прилагательные являются составными и образуются из двух слов, составляющих одно понятие: light-haired – светловолосый, snow-white – белоснежный.		

Прилагательные, оканчивающиеся на – ed и на - ing

- ed	- ing
Описывают чувства и состояния	Описывают предметы, вещи, занятия, вызывающие эти чувства
interested – интересующийся, заинтересованный	interesting - интересный
bored - скучающий	boring - скучный
surprised - удивленный	surprising - удивительный

Степени сравнения прилагательных

Английские прилагательные не изменяются ни по числам, ни по родам, но у них есть **формы степеней сравнения**.

Имя прилагательное в английском языке имеет **три формы** степеней сравнения:

- **положительная** степень сравнения (**Positive Degree**);
- **сравнительная** степень сравнения (**Comparative Degree**);
- **превосходная** степень сравнения (**Superlative Degree**).

Основная форма прилагательного - положительная степень. Форма сравнительной и

превосходной степеней обычно образуется от формы положительной степени одним из следующих способов:

1. -er. -est

Односложные прилагательные образуют **сравнительную степень** путем прибавления к **форме прилагательного в положительной степени** суффикса - **er**. Примерно, тоже самое мы делаем и в русском языке - добавляем “е” (большой - больше, холодный - холоднее).

Превосходная степень образуется путем прибавления суффикса - **est**. Артикль **the** **обязателен!!!**

Положительная степень	Сравнительная степень	Превосходная степень
cold - холодный big - большой kind - добрый	colder - холоднее bigger - больше kinder - добрее	the coldest - самый холодный the biggest - самый большой the kindest - самый добрый

По этому же способу образуются степени сравнения двусложных прилагательных оканчивающихся на **-y, -er, -ow, -ble**:

Положительная степень	Сравнительная степень	Превосходная степень
clever — умный easy - простой able - способный busy - занятой	cleverer - умнее easier - проще abler - способнее busier - более занятой	the cleverest - самый умный the easiest - самый простой the ablest - самый способный the busiest - самый занятой

При образовании степеней сравнения посредством суффиксов – **er** и – **est** соблюдаются следующие **правила орфографии**:

Если прилагательное заканчивается на немое “**e**”, то при прибавлении – **er** и – **est** немое “**e**” опускается:

large – **larger** - **the largest** / большой – больше – самый большой
brave – **braver** – **the bravest** / смелый – смелее – самый смелый

Если прилагательное заканчивается на согласную с предшествующим кратким гласным звуком, то в сравнительной и превосходной степени конечная согласная буква удваивается:

big – **bigger** – **biggest** / большой – больше – самый большой
hot – **hotter** – **hottest** / горячий – горячее – самый горячий
thin – **thinner** – **thinnest** / тонкий – тоньше – самый тонкий

Если прилагательное заканчивается на “**y**” с предшествующей согласной, то в сравнительной и превосходной степени “**y**” переходит в “**i**”:

busy – **busier** – **busiest** / занятой – более занятой – самый занятой
easy – **easier** – **easiest** / простой – проще – самый простой

2. more, the most

Большинство двусложных прилагательных и прилагательных, состоящих из трех и более слогов, образуют сравнительную степень при помощи слова **more**, а превосходную – при помощи слова **most**.

Эти слова ставятся перед именами прилагательными в положительной степени:

Положительная степень	Сравнительная степень	Превосходная степень
beautiful - красивый interesting – интересный important - важный	more beautiful - красивее more interesting - интереснее more important - важнее	the most beautiful - самый красивый the most interesting - самый интересный the most important - самый важный

Особые формы

Положительная степень	Сравнительная степень	Превосходная степень
-----------------------	-----------------------	----------------------

good - хороший bad - плохой little - маленький much/many - много far - далекий/далеко old - старый	better - лучше worse - хуже less - меньше more - больше farther/further - дальше older/elder - старше	the best - самый лучший the worst - самый плохой the least - самый маленький, меньше всего the most - больше всего the farthest/furthest - самый дальний the oldest/eldest - самый старый
---	--	--

3. less. the least

Для выражения **меньшей** или **самой низкой степени** качества предмета по сравнению с другими предметами употребляются соответствующие слова **less** – менее и **the least** – наименее, которые ставятся перед прилагательными в форме положительной степени.

Положительная степень	Сравнительная степень	Превосходная степень
beautiful – красивый interesting - интересный important - важный	less beautiful - менее красивый less interesting – менее интересный less important - менее важный	the least beautiful – самый некрасивый the least interesting – самый неинтересный the least important – самый неважный

Другие средства сравнения двух предметов или лиц

Конструкция	Комментарий	Примеры
As...as (такой же, так же)	Для сравнения двух объектов одинакового качества	He is as strong as a lion. Он такой же сильный, как лев. She is as clever as an owl. Она такая же умная, как сова.
Not so...as (не такой, как)	в отрицательных предложениях	He is not so strong as a lion. Он не такой сильный, как лев. She is not so clever as an owl. Она не такая умная, как сова.
The...the (с двумя сравнительными степенями)	показывает зависимость одного действия от другого	The more we are together the happier we are. Чем больше времени мы проводим вместе, тем счастливее мы становимся. The more I learn this rule the less I understand it. Чем больше я учу это правило, тем меньше я его понимаю.

Особые замечания об употреблении сравнительных и превосходных степеней имен прилагательных:

- Сравнительная степень может быть усилена употреблением перед ней слов со значением «гораздо, значительно»:

His new book is **much more** interesting than previous one. *Его новая книга гораздо более интересная, чем предыдущая.*

This table is **more** comfortable than **that one**. *Этот стол более удобный чем тот.*

- После союзов **than** и **as** используются либо личное местоимение в именительном падеже с глаголом, либо личное местоимение в объектном падеже:

I can run **as fast as** him (**as he can**). *Я могу бегать так же быстро, как он.*

Числительное. The numeral

Перед сотнями, тысячами, миллионами обязательно называть их количество, даже если всего одна сотня или одна тысяча:

126 – one hundred twenty six

1139 – one thousand one hundred and thirty nine

В составе числительных – сотни, тысячи и миллионы не имеют окончания множественного числа: **two hundred – 200, three thousand – 3000, и т.д.**

НО: окончание множественного числа добавляется hundred, thousand, million, когда они выражают неопределенное количество сотен, тысяч, миллионов. В этом случае после них употребляется существительное с предлогом **“of”**:

hundreds of children – сотни детей

thousands of birds – тысячи птиц

millions of insects – миллионы насекомых

Начиная с 21, числительные образуются так же как в русском языке:

20+1=21 (twenty + one = **twenty one**)

60+7=67 (sixty + seven = **sixty seven**) и т.д.

Как читать даты

1043	ten forty-three
1956	nineteen fifty-six
1601	sixteen o one
2003	two thousand three
В 2003 году	in two thousand three
1 сентября	the first of September
23 февраля	the twenty-third of February

ДРОБНЫЕ ЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ (FRACTIONAL NUMERALS)

В простых дробях (Common Fractions) числитель выражается количественным числительным, а знаменатель порядковым:

1/7- one seventh одна седьмая

При чтении простых дробей, если числитель их больше единицы, к знаменателю прибавляется окончание множественного числа -s:

2/4 - two fourths - две четвертых

2/3 -two thirds - две третьих

3 1/5 - three and one fifth - три целых и одна пятая

1/2 - one second, a second, one half, a half - одна вторая, половина

1/4 -one fourth, a fourth, one quarter, a quarter - одна четвертая, четверть

В десятичных дробях (Decimal Fractions) целое число отделяется точкой, и каждая цифра читается отдельно. Ноль читается nought [no:t] (в США - zero ['zierou]).

4.25 four point twenty-five; four point two five

0.43 nought point forty-three; nought point four three

Существительные, следующие за дробью, имеют форму единственного числа, и перед ними при чтении ставится предлог -of:

2/3 metre- two thirds of a metre

две третьих метра

0.05 ton - nought point nought five of a ton

ноль целых пять сотых тонны

Существительные, следующие за смешанным числом, имеют форму множественного числа и читаются без предлога of:

35 1/9 tons -thirty-five and one ninth tons

14.65 metres -one four (или fourteen) point six five (или sixty-five) metres

В обозначениях номеров телефонов каждая цифра читается отдельно, ноль здесь читается [ou]:
224-58-06 ['tu:'tu:'fo:'faiv'eit'ou'siks]

Образование видовременных форм глагола в активном залоге

Present Simple употребляется для выражения:

1. постоянных состояний,
2. повторяющихся и повседневных действий (часто со следующими наречиями: always, never, usually и т.д.). Mr Gibson is a businessman. He lives in New York, (постоянное состояние) He usually starts work at 9 am. (повседневное действие) He often stays at the office until late in the evening, (повседневное действие)
3. непреложных истин и законов природы, The moon moves round the earth.
4. действий, происходящих по программе или по расписанию (движение поездов, автобусов и т.д.). The bus leaves in ten minutes.

Маркерами present simple являются: usually, always и т.п., every day / week / month / year и т.д., on Mondays I Tuesdays и т.д., in the morning / afternoon / evening, at night / the weekend и т.д.

Present Continuous употребляется для выражения:

1. действий, происходящих в момент речи He is reading a book right now.
2. временных действий, происходящих в настоящий период времени, но не обязательно в момент речи She is practising for a concert these days. (В данный момент она не играет. Она отдыхает.)
3. действий, происходящих слишком часто и по поводу которых мы хотим высказать раздражение или критику (обычно со словом "always") "You're always interrupting me!"(раздражение)
4. действия, заранее запланированных на будущее. He is flying to Milan in an hour. (Это запланировано.)

Маркерами present continuous являются: now, at the moment, these days, at present, always, tonight, still и т.д.

Во временах **группы Continuous** обычно **не употребляются** глаголы:

1. выражающие восприятия, ощущения (see, hear, feel, taste, smell), Например: This cake tastes delicious. (Но не: This cake is tasting delicious)
2. выражающие мыслительную деятельность [know, think, remember, forget, recognize(ze), believe, understand, notice, realise(ze), seem, sound и др.],
Например: I don't know his name.
3. выражающие эмоции, желания (love, prefer, like, hate, dislike, want и др.), Например: Shirley loves jazz music.
4. include, matter, need, belong, cost, mean, own, appear, have (когда выражает принадлежность) и т.д. Например: That jacket costs a tot of money. (Но не: That jacket is costing a lot of money.)

Present perfect употребляется для выражения:

1. действий, которые произошли в прошлом в неопределенное время. Конкретное время действия не важно, важен результат, Kim has bought a new mobile phone. (Когда она его купила? Мы это не уточняем, поскольку это не важно. Важного, что у нее есть новый мобильный телефон.)
2. действий, которые начались в прошлом и все еще продолжаются в настоящем, We has been a car salesman since /990. (Он стал продавцом автомобилей в 1990 году и до сих пор им является.)
3. действий, которые завершились совсем недавно и их результаты все еще ощущаются в настоящем. They have done their shopping. (Мы видим, что они только что сделали покупки, поскольку они выходят из супермаркета с полной тележкой.)

4. Present perfect simple употребляется также со словами "today", "this morning / afternoon" и т.д., когда обозначенное ими время в момент речи еще не истекло. He has made ten photos this morning. (Сейчас утро. Указанное время не истекло.)

К маркерам present perfect относятся: for, since, already, just, always, recently, ever, how long, yet, lately, never, so far, today, this morning/ afternoon / week / month / year и т.д.

Present perfect continuous употребляется для выражения:

1. действий, которые начались в прошлом и продолжаются в настоящее время He has been painting the house for three days. (Он начал красить дом три дня назад и красит его до сих пор.)

2. действий, которые завершились недавно и их результаты заметны (очевидны) сейчас. They're tired. They have been painting the garage door all morning. (Они только что закончили красить. Результат их действий очевиден. Краска на дверях еще не высохла, люди выглядят усталыми.)

Примечание.

1. С глаголами, не имеющими форм группы Continuous, вместо present perfect continuous употребляется present perfect simple. Например: I've known Sharon since we were at school together. (А не: I've been knowing Sharon since we were at school together.)

2. С глаголами live, feel и work можно употреблять как present perfect continuous, так и present perfect simple, при этом смысл предложения почти не изменяется. Например: He has been living/has lived here since 1994.

К маркерам present perfect continuous относятся: for. since. all morning/afternoon/week/day и т.д., how long (в вопросах).

Past simple употребляется для выражения:

1. действий, произошедших в прошлом в определенное указанное время, то есть нам известно, когда эти действия произошли, They graduated four years ago. (Когда они закончили университет? Четыре года назад. Мы знаем время.)

2. повторяющихся в прошлом действий, которые более не происходят. В этом случае могут использоваться наречия частоты (always, often, usually и т.д.), He often played football with his dad when he was five. (Но теперь он уже не играет в футбол со своим отцом.) Then they ate with their friends.

3. действий, следовавших непосредственно одно за другим в прошлом. They cooked the meal first.

4. Past simple употребляется также, когда речь идет о людях, которых уже нет в живых. Princess Diana visited a lot of schools.

Маркерами past simple являются: yesterday, last night / week / month / year I Monday и т.д., two days I weeks I months I years ago, then, when, in 1992 и т.д.

People used to dress differently in the past. Women used to wear long dresses. Did they use to carry parasols with them? Yes, they did. They didn't use to go out alone at night.

• **Used to** (+ основная форма глагола) употребляется для выражения привычных, повторявшихся в прошлом действий, которые сейчас уже не происходят. Эта конструкция не изменяется по лицам и числам. Например: Peter used to eat a lot of sweets. (= Peter doesn't eat many sweets any more.) Вопросы и отрицания строятся с помощью did / did not (didn't), подлежащего и глагола "use" без -d.

Например: Did Peter use to eat many sweets? Mary didn't use to stay out late.

Вместо "used to" можно употреблять past simple, при этом смысл высказывания не изменяется. Например: She used to live in the countryside. = She lived in the countryside.

Отрицательные и вопросительные формы употребляются редко.

Past continuous употребляется для выражения:

1. временного действия, продолжавшегося в прошлом в момент, о котором мы говорим. Мы не знаем, когда началось и когда закончилось это действие, At three o'clock yesterday

afternoon Mike and his son were washing the dog. (Мы не знаем, когда они начали и когда закончили мыть собаку.)

2. временного действия, продолжавшегося в прошлом (longer action) в момент, когда произошло другое действие (shorter action). Для выражения второго действия (shorter action) мы употребляем past simple, He was reading a newspaper when his wife came, (was reading = longer action: came = shorter action)

3. двух и более временных действий, одновременно продолжавшихся в прошлом. The people were watching while the cowboy was riding the bull.

4. Past continuous употребляется также для описания обстановки, на фоне которой происходили события рассказа (повествования). The sun was shining and the birds were singing. Tom was driving his old truck through the forest.

Маркерами past continuous являются: while, when, as, all day / night / morning и т.д. when/while/as + past continuous (longer action) when + past simple (shorter action)

Past perfect употребляется:

1. для того, чтобы показать, что одно действие произошло раньше другого в прошлом. При этом то действие, которое произошло раньше, выражается past perfect simple, а случившееся позже - past simple,

They had done their homework before they went out to play yesterday afternoon. (=They did their homework first and then they went out to play.)

2. для выражения действий, которые произошли до указанного момента в прошлом, She had watered all the flowers by five o'clock in the afternoon. (=She had finished watering the flowers before five o'clock.)

3. как эквивалент present perfect simple в прошлом. То есть, past perfect simple употребляется для выражения действия, которое началось и закончилось в прошлом, а present perfect simple - для действия, которое началось в прошлом и продолжается (или только что закончилось) в настоящем. Например: Jill wasn't at home. She had gone out. (Тогда ее не было дома.) Лили isn't at home. She has gone out. (Сейчас ее нет дома.)

К маркерам past perfect simple относятся: before, after, already, just, till/until, when, by, by the time и т.д.

Future simple употребляется:

1. для обозначения будущих действий, которые, возможно, произойдут, а возможно, и нет, We'll visit Disney World one day.

2. для предсказаний будущих событий (predictions), Life will be better fifty years from now.

3. для выражения угроз или предупреждений (threats / warnings), Stop or I'll shoot.

4. для выражения обещаний (promises) и решений, принятых в момент речи (on-the-spot decisions), I'll help you with your homework.

5. с глаголами hope, think, believe, expect и т.п., с выражениями I'm sure, I'm afraid и т.п., а также с наречиями probably, perhaps и т.п. / think he will support me. He will probably go to work.

К маркерам future simple относятся: tomorrow, the day after tomorrow, next week I month / year, tonight, soon, in a week / month year и т.д.

ПРИМЕЧАНИЕ

Future simple не употребляется после слов while, before, until, as soon as, after, if и when в придаточных предложениях условия и времени. В таких случаях используется present simple. Например: I'll make a phone call while I wait for you. (А не:... while I will wait for you.) Please phone me when you finish work.

В дополнительных придаточных предложениях после "when" и "if" возможно употребление future simple. Например: I don't know when I if Helen will be back.

He is going to throw the ball.

Be going to употребляется для:

1. выражения заранее принятых планов и намерений на будущее, Например: Bob is going to drive to Manchester tomorrow morning.

2. предсказаний, когда уже есть доказательства того, что они сбудутся в близком будущем. Например: Look at that tree. It is going to fall down.

We use the **future continuous**:

a) for an action which will be in progress at a stated for an action which will be future time.

This time next week, we'll be cruising round the islands.

b) for an action which will definitely happen in the future as the result of a routine or arrangement. *Don't call Julie. I'll be seeing her later, so I'll pass the message on.*

c) when we ask politely about someone's plans for the near future (what we want to know is if our wishes fit in with their plans.) *Will you be using the photocopier for long?*

No. Why?

I need to make some photocopies.

We use the **future perfect**:

1. For an action which will be finished before a stated future time. *She will have delivered all the newspapers by 8 o'clock.*

2. The future perfect is used with the following time expressions: before, by, by then, by the time, until/till.

We use the **future perfect continuous**:

1. to emphasize the duration of an action up to a certain time in the future. *By the end of next month, she will have been teaching for twenty years.*

The future perfect continuous is used with: by... for.

Практическая работа также направлена на проверку сформированности грамматического навыка в рамках тем: модальные глаголы и их эквиваленты, образование видовременных форм глагола в пассивном залоге, основные сведения о согласовании времён, прямая и косвенная речь, неличные формы глагола: инфинитив, причастия, герундий, основные сведения о сослагательном наклонении.

Распределение выше указанных тем в учебнике:

- Агабекян И. П. Английский язык для бакалавров: учебное пособие для студентов вузов / И. П. Агабекян. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2017. - 384 с.: ил. - (Высшее образование) (200 экз. в библиотеке УГГУ) и учебнике:

- Журавлева Р.И. Английский язык: учебник: для студентов горно-геологических специальностей вузов / Р. И. Журавлева. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2013. - 508 с. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 502 (192 экз. в библиотеке УГГУ) представлено в таблице:

Название темы	Страницы учебников	
	<i>Агабекян И. П.</i>	<i>Журавлева Р.И.</i>
Модальные глаголы и их эквиваленты	295	47
Образование видовременных форм глагола в пассивном залоге	236	71, 115
Основные сведения о согласовании времён	323-328	269
Прямая и косвенная речь	324	268
Неличные формы глагола: инфинитив, причастия, герундий	311-322	132, 162, 173, 192, 193
Основные сведения о сослагательном наклонении	329	224

Модальные глаголы

<u>Глаголы</u>	<u>Значение</u>	<u>Примеры</u>
CAN	физическая или умственная возможность/умение	I can swim very well. – Я очень хорошо умею плавать.
	возможность	You can go now. — Ты можешь идти сейчас. You cannot play

		football in the street. – На улице нельзя играть в футбол.
	вероятность	They can arrive any time. – Они могут приехать в любой момент.
	удивление	Can he have said that? – Неужели он это сказал?
	сомнение, недоверчивость	She can't be waiting for us now. – Не может быть, чтобы она сейчас нас ждала.
	разрешение	Can we go home? — Нам можно пойти домой?
	вежливая просьба	Could you tell me what time it is now? – Не могли бы вы подсказать, который сейчас час?
MAY	разрешение	May I borrow your book? – Я могу одолжить у тебя книгу?
	предположение	She may not come. – Она, возможно, не придет.
	возможность	In the museum you may see many interesting things. – В музее вы можете увидеть много интересных вещей.
	упрек – только MIGHT (+ perfect infinitive)	You might have told me that. – Ты мог бы мне это сказать.
MUST	обязательство, необходимость	He must work. He must earn money. – Он должен работать. Он должен зарабатывать деньги.
	вероятность (сильная степень)	He must be sick. — Он, должно быть, заболел.
	запрет	Tourists must not feed animals in the zoo. — Туристы не должны кормить животных в зоопарке.
SHOULD OUGHT TO	моральное долженствование	You ought to be polite. – Вы должны быть любезными.
	совет	You should see a doctor. – Вам следует сходить к врачу.
	упрек, запрет	You should have taken the umbrella. – Тебе следовало взять с собой зонт .
SHALL	указ, обязанность	These rules shall apply in all circumstances. – Эти правила будут действовать при любых обстоятельствах.
	угроза	You shall suffer. — Ты будешь страдать.
	просьба об указании	Shall I open the window? – Мне открыть окно?
WILL	готовность, нежелание/отказ	The door won't open. — Дверь не открывается.
	вежливая просьба	Will you go with me? – Ты сможешь пойти со мной?
WOULD	готовность, нежелание/отказ	He would not answer this question. – Он не будет отвечать на этот вопрос.
	вежливая просьба	Would you please come with me? — Не могли бы вы пройти со мной.
	повторяющееся/привычное действие	We would talk for hours. – Мы беседовали часами.
NEED	необходимость	Do you need to work so hard? – Тебе надо столько работать?
NEEDN'T	отсутствие необходимости	She needn't go there. — Ей не нужно туда идти.
DARE	Посметь	How dare you say that? – Как ты смеешь такое говорить?

Модальные единицы эквивалентного типа

to be able (to) = can	Возможность соверш-я конкрет-го дей-ия в опред. момент	She was able to change the situation then. (Она тогда была в состоянии (могла) изменить ситуацию).
to be allowed (to) = may	Возмож-ть совер-ия дей-ия в наст.-м, прош-ом или буд-ем + оттенок разрешения	My sister is allowed to play outdoors. (Моей сестре разрешается играть на улице).
to have (to)= ought, must, should	Необходимость совер-я дей-я в наст.-м, прош-ом или буд-ем при опред-х об-вах	They will have to set up in business soon. (Им вскоре придется открыть свое дело).
to be (to)= ought, must, should	Необходимость совер-я дей-я в наст.-м, прош-ом при наличии опред. планов, распис-ий и т.д.	We are to send Nick about his business. (Мы должны (= планируем) выпроводить Ника)

Страдательный залог (Passive Voice)

образуется при помощи вспомогательного глагола to be в соответствующем времени, лице и числе и причастия прошедшего времени смысл. глагола – Participle II (III –я форма или ed-форма).

В страдательном залоге не употребляются:

1) Непереходные глаголы, т.к. при них нет объекта, который испытывал бы воздействие, то есть нет прямых дополнений которые могли бы стать подлежащими при глаголе в форме Passive.

Переходными в англ. языке называются глаголы, после которых в действительном залоге следует прямое дополнение; в русском языке это дополнение, отвечающее на вопросы винительного падежа – кого? что?: to build строить, to see видеть, to take брать, to open открывать и т.п.

Непереходными глаголами называются такие глаголы, которые не требуют после себя прямого дополнения: to live жить, to come приходиться, to fly летать, to cry плакать и др.

2) Глаголы-связки: be – быть, become – становиться/стать.

3) Модальные глаголы.

4) Некоторые переходные глаголы не могут использоваться в страдательном залоге. В большинстве случаев это глаголы состояния, такие как:

to fit годиться, быть впору to have иметь to lack не хватать, недоставать to like нравиться
to resemble напоминать, быть похожим to suit годиться, подходить и др.

При изменении глагола из действительного в страдательный залог меняется вся конструкция предложения:

- дополнение предложения в Active становится подлежащим предложения в Passive;
- подлежащее предложения в Active становится предложным дополнением, которое вводится предлогом by или вовсе опускается;
- сказуемое в форме Active становится сказуемым в форме Passive.

Особенности употребления форм Passive:

1. Форма Future Continuous не употребляется в Passive, вместо нее употребляется Future Indefinite:

At ten o'clock this morning Nick will be writing the letter. – At ten o'clock this morning the letter will be written by Nick.

2. В Passive нет форм Perfect Continuous, поэтому в тех случаях, когда нужно передать в Passive действие, начавшееся до какого-то момента и продолжающееся вплоть до этого момента, употребляются формы Perfect:

He has been writing the story for three months. The story has been written by him for three months.

3. Для краткости, во избежание сложных форм, формы Indefinite (Present, Past, Future) часто употребляются вместо форм Perfect и Continuous, как в повседневной речи так и в художественной литературе. Формы Perfect и Continuous чаще употребляются в научной литературе и технических инструкциях.

This letter has been written by Bill. (Present Perfect)

This letter is written by Bill. (Present Indefinite – более употребительно)

Apples are being sold in this shop. (Present Continuous)

Apples are sold in this shop. (Present Indefinite – более употребительно)

4. Если несколько однотипных действий относятся к одному подлежащему, то вспомогательные глаголы обычно употребляются только перед первым действием, например: The new course will be sold in shops and ordered by post.

Прямой пассив (The Direct Passive)

Это конструкция, в которой подлежащее предложения в Passive соответствует прямому дополнению предложения в Active. Прямой пассив образуется от большинства переходных глаголов.

I gave him a book. Я дал ему книгу. A book was given to him. Ему дали книгу. (или Книга была дана ему)

The thief stole my watch yesterday. Вор украл мои часы вчера.

My watch was stolen yesterday. Мои часы были украдены вчера.

В английском языке имеется ряд переходных глаголов, которые соответствуют непереходным глаголам в русском языке. В английском они могут употребляться в прямом пассиве, а в русском – нет. Это: to answer отвечать кому-л.

to believe верить кому-л. to enter входить (в) to follow следовать (за) to help помогать кому-л.

to influence влиять (на) to join присоединяться to need нуждаться to watch наблюдать (за)

Так как соответствующие русские глаголы, являясь непереходными, не могут употребляться в страдательном залоге, то они переводятся на русский язык глаголами в действительном залоге:

Winter is followed by spring.

А при отсутствии дополнения с предлогом by переводятся неопределенно-личными предложениями: Your help is needed.

Косвенный пассив (The Indirect Passive)

Это конструкция, в которой подлежащее предложения в Passive соответствует косвенному дополнению предложения в Active. Она возможна только с глаголами, которые могут иметь и прямое и косвенное дополнения в действительном залоге. Прямое дополнение обычно означает предмет (что?), а косвенное – лицо (кому?).

С такими глаголами в действительном залоге можно образовать две конструкции:

а) глагол + косвенное дополнение + прямое дополнение;

б) глагол + прямое дополнение + предлог + косвенное дополнение:

а) They sent Ann an invitation.- Они послали Анне приглашение.

б) They sent an invitation to Ann. - Они послали приглашение Анне.

В страдательном залоге с ними также можно образовать две конструкции – прямой и косвенный пассив, в зависимости от того, какое дополнение становится подлежащим предложения в Passive. К этим глаголам относятся: to bring приносить

to buy покупать to give давать to invite приглашать to leave оставлять

to lend одалживать to offer предлагать to order приказывать to pay платить

to promise обещать to sell продавать to send посылать to show показывать

to teach учить to tell сказать и др.

Например: Tom gave Mary a book. Том дал Мэри книгу.

Mary was given a book. Мэри дали книгу. (косвенный пассив – более употребителен)

A book was given to Mary. Книгу дали Мэри. (прямой пассив – менее употребителен)

Выбор между прямым или косвенным пассивом зависит от смыслового акцента, вкладываемого в последние, наиболее значимые, слова фразы:

John was offered a good job. (косвенный пассив) Джону предложили хорошую работу.

The job was offered to John. (прямой пассив) Работу предложили Джону.

Глагол to ask спрашивать образует только одну пассивную конструкцию – ту, в которой подлежащим является дополнение, обозначающее лицо (косвенный пассив):

He was asked a lot of questions. Ему задали много вопросов.

Косвенный пассив невозможен с некоторыми глаголами, требующими косвенного дополнения (кому?) с предлогом to. Такое косвенное дополнение не может быть подлежащим в Passive, поэтому в страдательном залоге возможна только одна конструкция – прямой пассив, то есть вариант: Что? объяснили, предложили, повторили...Кому? Это глаголы: to address адресовать

to describe описывать to dictate диктовать to explain объяснять to mention упоминать

to propose предлагать to repeat повторять to suggest предлагать to write писать и др.

Например: The teacher explained the rule to the pupils. – Учитель объяснил правило ученикам.
The rule was explained to the pupils. – Правило объяснили ученикам. (Not: The pupils was explained...)

Употребление Страдательного залога

В английском языке, как и в русском, страдательный залог употр. для того чтобы:

1. Обойтись без упоминания исполнителя действия (70% случаев употребления Passive) в тех случаях когда:

а) Исполнитель неизвестен или его не хотят упоминать:

He was killed in the war. Он был убит на войне.

б) Исполнитель не важен, а интерес представляет лишь объект воздействия и сопутствующие обстоятельства:

The window was broken last night. Окно было разбито прошлой ночью.

в) Исполнитель действия не называется, поскольку он ясен из ситуации или контекста:

The boy was operated on the next day. Мальчика оперировали на следующий день.

г) Безличные пассивные конструкции постоянно используются в научной и учебной литературе, в различных руководствах: The contents of the container should be kept in a cool dry place. Содержимое упаковки следует хранить в сухом прохладном месте.

2. Для того, чтобы специально привлечь внимание к тому, кем или чем осуществлялось действие. В этом случае существительное (одушевленное или неодушевленное.) или местоимение (в объектном падеже) вводится предлогом by после сказуемого в Passive.

В английском языке, как и в русском, смысловой акцент приходится на последнюю часть фразы. He quickly dressed. Он быстро оделся.

Поэтому, если нужно подчеркнуть исполнителя действия, то о нем следует сказать в конце предложения. Из-за строгого порядка слов английского предложения это можно осуществить лишь прибегнув к страдательному залогоу. Сравните:

The flood broke the dam. (Active) Наводнение разрушило плотину. (Наводнение разрушило что? – плотину)

The dam was broken by the flood. (Passive) Плотина была разрушена наводнением. (Плотина разрушена чем? – наводнением)

Чаще всего используется, когда речь идет об авторстве:

The letter was written by my brother. Это письмо было написано моим братом.

И когда исполнитель действия является причиной последующего состояния:

The house was damaged by a storm. Дом был поврежден грозой.

Примечание: Если действие совершается с помощью какого-то предмета, то употребляется предлог with, например:

He was shot with a revolver. Он был убит из револьвера.

Перевод глаголов в форме Passive

В русском языке есть три способа выражения страдательного залога:

1. При помощи глагола "быть" и краткой формы страдательного причастия, причем в настоящем времени "быть" опускается:

I am invited to a party.

Я приглашён на вечеринку.

Иногда при переводе используется обратный порядок слов, когда русское предложение начинается со сказуемого: New technique has been developed. Была разработана новая методика.

2. Глагол в страдательном залоге переводится русским глаголом, оканчивающимся на –ся(-сь):

Bread is made from flour. Хлеб делается из муки.

Answers are given in the written form. Ответы даются в письменном виде.

3. Неопределенно-личным предложением (подлежащее в переводе отсутствует; сказуемое стоит в 3-м лице множественного числа действительного залога). Этот способ перевода возможен только при отсутствии дополнения с предлогом by (производитель действия не упомянут):

The book is much spoken about. Об этой книге много говорят.

I was told that you're ill. Мне сказали, что ты болен.

4. Если в предложении указан субъект действия, то его можно перевести личным предложением с глаголом в действительном залоге (дополнение с *by* при переводе становится подлежащим). Выбор того или иного способа перевода зависит от значения глагола и всего предложения в целом (от контекста):

They were invited by my friend. Их пригласил мой друг.(или Они были приглашены моим другом.)

Примечание 1: Иногда страдательный оборот можно перевести двумя или даже тремя способами, в зависимости от соответствующего русского глагола и контекста:

The experiments were made last year.

1) Опыты были проведены в прошлом году.

2) Опыты проводились в прошлом году.

3) Опыты проводили в прошлом году.

Примечание 2: При переводе нужно учитывать, что в английском языке, в отличие от русского, при изменении залога не происходит изменение падежа слова, стоящего перед глаголом (например в английском *she* и *she*, а переводим на русский - она и ей):

Примечание 3: Обороты, состоящие из местоимения *it* с глаголом в страдательном залоге переводятся неопределенно-личными оборотами:

It is said... Говорят...

It was said... Говорили...

It is known... Известно...

It was thought...Думали, полагали...

It is reported... Сообщают...

It was reported...Сообщали...и т.п.

В таких оборотах *it* играет роль формального подлежащего и не имеет самостоятельного значения: It was expected that he would return soon. Ожидали, что он скоро вернется.

Согласование времен (Sequence of Tenses)

Если в главном предложении сказуемое выражено глаголом в одной из форм прошедшего времени, то в придаточном предложении употребление времен ограничено. Правило, которому в этом случае подчиняется употребление времен в придаточном предложении, называется согласованием времен.

Правило 1: Если глагол главного предложения имеет форму настоящего или будущего времени, то глагол придаточного предложения будет иметь любую форму, которая требуется смыслом предложения. То есть никаких изменений не произойдет, согласование времен здесь в силу не вступает.

Правило 2: Если глагол главного предложения имеет форму прошедшего времени (обычно Past Simple), то глагол придаточного предложения должен быть в форме одного из прошедших времен. То есть в данном случае время придаточного предложения изменится. Все эти изменения отражены в нижеследующей таблице:

Переход из одного времени в другое	Примеры	
Present Simple » Past Simple	He can speak French – Он говорит по-французски.	Boris said that he could speak French – Борис сказал, что он говорит по-французски.
Present Continuous » Past Continuous	They are listening to him – Они слушают его	I thought they were listening to him – Я думал, они слушают его.
Present Perfect » Past Perfect	Our teacher has asked my parents to help him – Наш учитель попросил моих родителей помочь ему.	Mary told me that our teacher had asked my parents to help him – Мария сказала мне, что наш учитель попросил моих родителей помочь ему.
Past Simple » Past Perfect	I invited her – Я пригласил ее.	Peter didn't know that I had invited her – Петр не знал, что я

		пригласил ее.
Past Continuous » Past Perfect Continuous	She was crying – Она плакала	John said that she had been crying – Джон сказал, что она плакала.
Present Perfect Continuous » Past Perfect Continuous	It has been raining for an hour – Дождь идет уже час.	He said that it had been raining for an hour – Он сказал, что уже час шел дождь.
Future Simple » Future in the Past	She will show us the map – Она покажет нам карту.	I didn't expect she would show us the map – Я не ожидал, что она покажет нам карту.

Изменение обстоятельств времени и места при согласовании времен.

Следует запомнить, что при согласовании времен изменяются также некоторые слова (обстоятельства времени и места).

this » that
these » those
here » there
now » then
yesterday » the day before
today » that day
tomorrow » the next (following) day
last week (year) » the previous week (year)
ago » before
next week (year) » the following week (year)

Перевод прямой речи в косвенную в английском языке

Для того чтобы перевести прямую речь в косвенную, нужно сделать определенные действия. Итак, чтобы передать чьи-то слова в английском языке (то есть перевести прямую речь в косвенную), мы:

1. Убираем кавычки и ставим слово *that*

Например, у нас есть предложение:

She said, "I will buy a dress". Она сказала: «Я куплю платье».

Чтобы передать кому-то эти слова, так же как и в русском, мы убираем кавычки и ставим слово *that* – «что».

She said that Она сказала, что....

2. Меняем действующее лицо

В прямой речи обычно человек говорит от своего лица. Но в косвенной речи мы не можем говорить от лица этого человека. Поэтому мы меняем «я» на другое действующее лицо. Вернемся к нашему предложению:

She said, "I will buy a dress". Она сказала: «Я куплю платье».

Так как мы передаем слова девушки, вместо «я» ставим «она»:

She said that she Она сказала, что она....

3. Согласовываем время

В английском языке мы не можем использовать в одном предложении прошедшее время с настоящим или будущим. Поэтому, если мы говорим «сказал» (то есть используем прошедшее время), то следующую часть предложения нужно согласовать с этим прошедшим временем. Возьмем наше предложение:

She said, "I will buy a dress". Она сказала: «Я куплю платье».

Чтобы согласовать первую и вторую части предложения, меняем *will* на *would*. см. таблицу выше.

She said that she would buy a dress. Она сказала, что она купит платье.

4. Меняем некоторые слова

В некоторых случаях мы должны согласовать не только времена, но и отдельные слова. Что это за слова? Давайте рассмотрим небольшой пример.

She said, "I am driving now". Она сказала: «Я за рулем сейчас».

То есть она в данный момент за рулем. Однако, когда мы будем передавать ее слова, мы будем говорить не про данный момент (тот, когда мы говорим сейчас), а про момент времени в прошлом (тот, когда она была за рулем). Поэтому мы меняем now (сейчас) на then (тогда) см. таблицу выше.

She said that she was driving then. Она сказала, что она была за рулем тогда.

Вопросы в косвенной речи в английском языке

Вопросы в косвенной речи, по сути, не являются вопросами, так как порядок слов в них такой же, как в утвердительном предложении. Мы не используем вспомогательные глаголы (do, does, did) в таких предложениях.

He asked, "Do you like this cafe?" Он спросил: «Тебе нравится это кафе?»

Чтобы задать вопрос в косвенной речи, мы убираем кавычки и ставим if, которые переводятся как «ли». Согласование времен происходит так же, как и в обычных предложениях. Наше предложение будет выглядеть так:

He asked if I liked that cafe. Он спросил, нравится ли мне то кафе.

Давайте рассмотрим еще один пример:

She said, "Will he call back?" Она сказала: «Он перезвонит?»

She said if he would call back. Она сказала, перезвонит ли он.

Специальные вопросы в косвенной речи

Специальные вопросы задаются со следующими вопросительными словами: what – что when – когда how – как why – почему where – где which – который

При переводе таких вопросов в косвенную речь мы оставляем прямой порядок слов (как в утвердительных предложениях), а на место if ставим вопросительное слово.

Например, у нас есть вопрос в прямой речи:

She said, "When will you come?" Она сказала: «Когда ты придешь?»

В косвенной речи такой вопрос будет выглядеть так:

She said when I would come. Она сказала, когда я приду.

He asked, "Where does she work?" Он спросил: «Где она работает?»

He asked where she worked. Он спросил, где она работает.

Инфинитив. The Infinitive

Инфинитив - это неличная глагольная форма, которая только называет действие и выполняет функции как глагола, так и существительного. Инфинитив отвечает на вопрос что делать?, что сделать?

Формальным признаком инфинитива является частица **to**, которая стоит перед ним, хотя в некоторых случаях она опускается. Отрицательная форма инфинитива образуется при помощи частицы **not**, которая ставится перед ним: It was difficult not to speak. Было трудно не говорить.

Формы инфинитива

	Active Voice	Passive Voice
Simple	to write	to be written
Continuous	to be writing	
Perfect	to have written	to have been written
Perfect Continuous	to have been writing	

Глаголы, после которых используется инфинитив:

to agree - соглашаться

to arrange - договариваться

to ask – (по)просить

to begin – начинать

to continue – продолжать

to decide – решать
 to demand - требовать
 to desire – желать
 to expect – надеяться
 to fail – не суметь
 to forget – забывать
 to hate - ненавидеть
 to hesitate – не решаться
 to hope - надеяться
 to intend – намереваться
 to like – любить, нравиться
 to love – любить, желать
 to manage - удаваться
 to mean - намереваться
 to prefer - предпочитать
 to promise - обещать
 to remember – помнить
 to seem - казаться
 to try – стараться, пытаться
 to want – хотеть

Например:

He asked to change the ticket. *Он попросил поменять билет.*

She began to talk. *Она начала говорить.*

Значение разных форм инфинитива в таблице

Формы инфинитива	Чему я рад?	
Simple	I am glad to speak to you.	Рад поговорить с вами. (Всегда радуюсь, когда говорю с вами).
Continuous	I am glad to be speaking to you.	Рад, что сейчас разговариваю с вами.
Perfect	I am glad to have spoken to you.	Рад, что поговорил с вами.
Perfect Continuous	I am glad to have been speaking to you.	Рад, что уже давно (все это время) разговариваю с вами.
Simple Passive	I am (always) glad to be told the news.	Всегда рад, когда мне рассказывают новости.
Perfect Passive	I am glad to have been told the news.	Рад, что мне рассказали новости.

Причастие. Participle

В английском языке причастие — это неличная форма глагола, которая сочетает в себе признаки глагола, прилагательного и наречия.

Формы причастия

		Active (Активный залог)	Passive (Пассивный залог)
Participle I (Present Participle)	Simple	writing	being written
	Perfect	having written	having been written
Participle II (Past Participle)			written

Отрицательные формы причастия образуются с помощью частицы **not**, которая ставится перед причастием: not asking — не спрашивая, not broken — не разбитый.

Как переводить разные формы причастия на русский язык

Формы причастия	причастием	деепричастием
reading	читающий	читая

having read		прочитав
being read	читаемый	будучи читаемым
having been read		будучи прочитанным
read	прочитанный	
building	строящий	строя
having built		построив
being built	строящийся	будучи строящимся
having been built		будучи построенным
built	построенный	

Герундий. Gerund

Герундий — это неличная форма глагола, которая выражает название действия и сочетает в себе признаки глагола и существительного. Соответственно, на русский язык герундий обычно переводится существительным или глаголом (чаще неопределенной формой глагола). Формы, подобной английскому герундию, в русском языке нет.

My favourite occupation is reading. *Мое любимое занятие — чтение.*

Формы герундия

	Active (Активный залог)	Passive (Пассивный залог)
Simple	writing	being written
Perfect	having written	having been written

Запомните глаголы, после которых употребляется только герундий!

admit (признавать),	advise (советовать),	avoid (избегать),
burst out (разразиться),	delay (задерживать),	deny (отрицать),
dislike (не нравиться),	enjoy (получать удовольствие),	escape (вырваться, избавиться),
finish (закончить),	forgive (прощать),	give up (отказываться, бросать),
keep on (продолжать),	mention (упоминать),	mind (возражать - только в “?” и “-“),

miss (скучать),	put off (отложить),	postpone (откладывать),
recommend (рекомендовать),	suggest (предлагать),	understand (понимать).

Герундий после глаголов с предлогами

accuse of (обвинять в),	agree to (соглашаться с),	blame for (винить за),
complain of (жаловаться на),	consist in (заключаться в),	count on / upon (рассчитывать на),
congratulate on (поздравлять с),	depend on (зависеть от),	dream of (мечтать о),
feel like (хотеть, собираться),	hear of (слышать о),	insist on (настаивать на),
keep from (удерживать(ся) от),	look forward to (с нетерпением ждать, предвкушать),	
look like (выглядеть как),	object to (возражать против),	
persist in (упорно продолжать),	praise for (хвалить за),	prevent from (предотвращать от),
rely on (полагаться на),	result in (приводить к),	speak of, succeed in (преуспевать в),
suspect of (подозревать в),	thank for (благодарить за),	think of (думать о)

He has always dreamt of visiting other countries. — *Он всегда мечтал о том, чтобы побывать в других странах.*

to be + прилагательное / причастие + герундий

be afraid of (бояться чего-либо),	be ashamed of (стыдиться чего-либо),
be engaged in (быть занятым чем-либо),	be fond of (любить что-либо, увлекаться чем-либо),
be good at (быть способным к),	be interested in (интересоваться чем-либо),
be pleased at (быть довольным),	be proud of (гордиться чем-либо),
be responsible for (быть ответственным за),	be sorry for (сожалеть о чем-либо),
be surprised at (удивляться чему-либо),	be tired of (уставать от чего-либо),
be used to (привыкать к).	

I'm tired of waiting. — *Я устал ждать.*

Основные сведения о сослагательном наклонении

Conditionals are clauses introduced with *if*. There are three types of conditional clause: Type 1, Type 2 and Type 3. There is also another common type, Type 0.

Type 0 Conditionals: They are used to express something which is always true. We can use *when* (whenever) instead of *if*. *If/When the sun shines, snow melts.*

Type 1 Conditionals: They are used to express real or very probable situations in the present or future. *If he doesn't study hard, he won't pass his exam.*

Type 2 Conditionals: They are used to express imaginary situations which are contrary to facts in the present and, therefore, are unlikely to happen in the present or future. *Bob is daydreaming. If I won the lottery, I would buy an expensive car and I would go on holiday to a tropical island next summer.*

Type 3 Conditionals: They are used to express imaginary situations which are contrary to facts in the past. They are also used to express regrets or criticism. *John got up late, so he missed the bus. If John hadn't got up late, he wouldn't have missed the bus.*

	If-clause (hypothesis)	Main clause (result)	Use
Type 0 general truth	if + present simple	present simple	something which is always true
	If the temperature falls below 0 °C, water turns into ice.		
Type 1 real present	if + present simple, present continuous, present perfect or present perfect continuous	future/imperative can/may/might/must/should/ could + bare infinitive	real - likely to happen in the present or future
	If he doesn't pay the fine, he will go to prison. If you need help, come and see me. If you have finished your work, we can have a break. If you're ever in the area, you should come and visit us.		
Type 2 unreal present	if + past simple or past continuous	would/could/might + bare infinitive	imaginary situation contrary to facts in the present; also used to give advice
	If I had time, I would take up a sport. (but I don't have time - untrue in the present) If I were you, I would talk to my parents about it. (giving advice)		
Type 3 unreal past	if + past perfect or past perfect continuous	would/could/might + have + past participle	imaginary situation contrary to facts in the past; also used to express regrets or criticism
	If she had studied harder, she would have passed the test. If he hadn't been acting so foolishly, he wouldn't have been punished.		

Conditional clauses consist of two parts: the *if* -clause (hypothesis) and the main clause (result). When the *if* - clause comes before the main clause, the two clauses are separated with a comma. When the main clause comes before the *if* - clause, then no comma is necessary.

e.g. a) *If I see Tim, I'll give him his book.*

b) *I'll give Tim his book if I see him.*

We do not normally use *will*, *would* or *should* in an *if* - clause. However, we can use *will* or *would* after *if* to make a polite request or express insistence or uncertainty (usually with expressions such as */ don't know, I doubt, I wonder, etc.*).

We can use *should* after *if* to talk about something which is possible, but not very likely to happen.

e.g. a) *If the weather is fine tomorrow, will go camping. (NOT: If the weather will be fine...)*

b) *If you will fill in this form, I'll process your application. (Will you please fill in... - polite request)*

c) *If you will not stop shouting, you'll have to leave. (If you insist on shouting... - insistence)*

d) *I don't know if he will pass his exams, (uncertainty)*

e) *If Tom should call, tell him I'll be late. (We do not think that Tom is very likely to call.)*

We can use **unless** instead of **if**... not in the **if** - clause of Type 1 conditionals. The verb is always in the affirmative after **unless**.

e.g. *Unless you leave now, you'll miss the bus. (If you don't leave now, you'll miss the bus.)*

(NOT: *Unless you don't leave now, ...*)

We can use **were** instead of **was** for all persons in the **if** - clause of Type 2 conditionals.

e.g. *If Rick was/were here, we could have a party.*

We use **If I were you ...** when we want to give advice.

e.g. *If I were you, I wouldn't complain about it.*

The following expressions can be used instead of **if**: **provided/providing that**, **as long as**, **suppose/supposing**, etc.

e.g. a) *You can see Mr. Carter provided you have an appointment. (If you have an appointment...)*

b) *We will all have dinner together providing Mary comes on time. (... if Mary comes ...)*

c) *Suppose/Supposing the boss came now, ...*

We can omit **if** in the **if** - clause. When **if** is omitted, **should** (Type 1), **were** (Type 2), **had** (Type 3) and the subject are inverted.

e.g. a) *Should Peter come, tell him to wait. (If Peter should come,...)*

b) *Were I you, I wouldn't trust him. (If I were you, ...)*

c) *Had he known, he would have called. (If he had known, ...)*

2. Чтение и перевод учебных текстов (по 2 текста на тему)

№1

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

appear - *в* появляться; казаться; *ant* **disappear** - исчезать

bed - *п* пласт, слой, подстилающие породы; *syn* **layer, seam; bedded** - *а* пластовый

call for - *в* требовать; *syn* **demand, require**

carry out - *в* проводить (*исследование, эксперимент*); выполнять (*план*); завершать; *syn* **conduct, make**

colliery - каменноугольная шахта

concentration (dressing) plant - обогатительная фабрика, обогатительная установка

department - *п* отделение, факультет, кафедра; *syn* **faculty**

direct - *в* руководить; направлять; управлять; *а* прямой, точный; **directly** - *adv* прямо, непосредственно

education - *п* образование; просвещение; **get an education** получать образование

establish - *в* основывать, создавать, учреждать; *syn* **found, set up**

ferrous metals - чёрные металлы (**non-ferrous metals** цветные металлы)

iron - *п* железо; **pig iron** чугу́н; **cast iron** чугу́н, чугу́нная отливка

open-cast mines - открытые разработки

ore - *п* руда; **iron ore** - железная руда; **ore mining** – разработка рудных месторождений

process - *в* обрабатывать; *syn* **work, treat; processing** - *п* обработка; разделение минералов

rapid - *а* быстрый

research - *п* научное исследование

technique - *п* техника, способ, метод, технический прием; **mining technique** - горная техника, методы ведения горных работ

train - *в* обучать, готовить (*к чему-л.*); **training** - обучение; подготовка

to be in need of - нуждаться в

to take part in - участвовать в

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

TEXT 1: The First Mining School in Russia

The Moscow Mining Academy was established in 1918. The main task of the Academy was to train mining engineers and technicians, to popularize technological achievements among miners, to work on important problems of mining and metallurgical engineering and to direct scientific research.

There were three departments in the Academy: mining, geological prospecting and metallurgy. The Moscow Mining Academy introduced a new course in coal mining mechanization which provided the basis for the development of mining engineering. The two scientists A.M. Terpigorev and M.M. Protodyakonov wrote the first textbook on machinery for mining bedded deposits.

Much credit for the establishment of the Moscow Mining Academy and the development of co-operation among outstanding scientists and educators is due to Academician I.M. Gubkin, a prominent geologist and oil expert.

In 1925 the Moscow Mining Academy was one of the best-known educational institutions in Russia. It had well-equipped laboratories, demonstration rooms and a library which had many volumes of Russian and foreign scientific books and journals.

The Academy established close contacts with the coal and ore mining industries. The scientists carried out scientific research and worked on important mining problems.

The rapid growth of the mining industry called for the training of more highly-qualified specialists and the establishment of new educational institutions.

New collieries and open-cast mines, concentration plants, metallurgical works and metal-working factories for processing non-ferrous and ferrous metals appeared in the country. The people took an active part in the construction of new industrial enterprises.

The Academy alone could not cope with the problem of training specialists. In 1930 the Moscow Mining Academy was transformed into six independent institutes. Among the new colleges which grew out of the Academy's departments were the Moscow Mining Institute and the Moscow Institute of Geological Prospecting. Later, the scientific research Institute of Mining appeared near Moscow.

1. Укажите, какие предложения соответствуют содержанию текста. Подтвердите свои ответы фактами из текста.

1. There were four departments in the Academy.
2. The Academy introduced a new course in coal mining mechanization.
3. In 1925 the Academy had only several well-equipped laboratories, demonstration rooms and a library which had many volumes of books.
4. The Academy established close contacts with the coal industry.
5. In 1930 the Academy was transformed into six independent institutes.
6. The Moscow Mining Institute and the Moscow Institute of Geological Prospecting were among the new colleges which grew out of the Academy's departments.

2. Ответьте на следующие вопросы:

1. What was the main task of the Academy?
2. What new course did the Academy introduce?
3. Were there three or four departments at the Academy?
4. What industries did the Academy establish contacts with?
5. Who wrote the first textbook on machinery for mining bedded deposits?
6. Why was the Academy transformed into six independent institutes?
7. Why was the Academy transformed?

3. Переведите следующие сочетания слов.

- a) обогатительная фабрика
- б) подготовка горных инженеров
- в) разведка нефти
- г) обработка цветных металлов

- д) техническое образование
- е) новый (учебный) курс по
- ж) принимать активное участие
- з) проводить исследования
- и) направлять научную деятельность
- к) горное оборудование
- л) пластовые месторождения

№2

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

change - *v* изменяться, менять(ся); *syn.* **transform, alter**; *n* изменение, перемена; превращение

determine - *v* определить, устанавливать

engineering - *n* техника; технология; машиностроение; *syn.* **technics, technology, technique; machinery**

composition - *n* структура, состав

connect - *v* соединяться; *syn.* **combine, link**

enterprise - *n* предприятие; предприимчивость

deal (dealt) v (with) - иметь дело с; рассматривать

environment - *n* окружающая обстановка, среда

demand - *n* спрос

field - *n* область, сфера деятельности; поле, участок, месторождение; бассейн; *syn.* **basin, branch**

design - *n* проект; план, чертеж; конструкция; *v* проектировать, планировать; конструировать

graduate - *v* окончить (высшее учебное заведение), *амер.* окончить любое учебное заведение; *n* лицо, окончившее высшее учебное заведение; **undergraduate (student)** - студент последнего курса; **postgraduate (student)** - аспирант; **graduation paper** - дипломная работа

hardware - *n* аппаратура, (аппаратное) оборудование, аппаратные средства; техническое обеспечение

hydraulic - *a* гидравлический, гидротехнический

introduction - *n* введение, вступление

management - *n* управление, заведование; *syn.* **administration; direction**

offer - *v* предлагать (*помощь, работу*); предоставлять; *n* предложение

property - *n* свойство

protection - *n* защита, охрана

range - *n* область, сфера; предел; диапазон; радиус действия; ряд; серия

recreation - *n* отдых, восстановление сил; развлечение

reveal - *v* показывать, обнаруживать

rock - *n* горная порода

shape - *n* форма

software - *n* программное обеспечение; программные средства

skill - *n* мастерство; умение; **skilled** - *a* квалифицированный; опытный; умелый

survey - *n* съемка, маркшейдерская съемка; *v* производить маркшейдерскую или топографическую съемку, производить изыскания; *n* **surveying** съемка, маркшейдерские работы

value - *n* ценность, стоимость; величина; *v* ценить, оценивать; **valuable** *a* ценный

workshop - *n* мастерская, цех; семинар

to be of importance - иметь значение

to give an opportunity of - дать возможность

to meet the requirements - удовлетворять требованиям (потребности)

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

TEXT 2: Mining and Geological Higher Education in Russia

In Russia young people get mining education at special institutes which train geologists and mining engineers for coal and ore mining. The total number of students of an institute includes full-time students, part-time students and postgraduate students.

Russian higher educational establishments offer different specializations for the students. Thus, at the geological institutes, the students specialize in geology, the science which deals with different problems connected with the Earth, its history, the study of rocks, their physical and chemical properties. One of the main tasks of geology is to prospect, discover and study the deposits of useful minerals.

Geology is both a theoretical and an applied science. Mining geology is of great importance to the mining engineer. As a rule, mining geology includes economic geology.

The outstanding Russian geologist V.A. Obruchev says that geology is the science of the Earth which reveals to us how the Earth took shape, its composition and its changes. Geology helps prospect for ores, coal, oil, salt and other useful minerals.

Higher mining schools (universities, academies, institutes and colleges) develop a wide range of courses and programmes that meet the requirements of the society. They offer courses in mining technology, machinery and transport, hydraulic engineering, electrical engineering, industrial electronics, automation, surveying, geodesy, information technology, etc.

The main trend in the development of higher mining education is the introduction of courses in environmental protection, management (environmental human resources), economics and management of mining enterprises, marketing studies, computer-aided design (CAD) and others.

Computer science is also of great importance. The course aims at providing students with understanding how software and hardware technology helps solving problems.

Laboratory work is an important part in training specialists. Experiments in laboratories and workshops will help students to develop their practical skills. They have a short period of field work to gain working experience.

The students go through practical training at mines, plants and other industrial enterprises.. They become familiar with all stages of production and every job from worker to engineer. Here they get practical knowledge and experience necessary for their diploma (graduation) papers.

A lot of students belong to students' scientific groups. They take part in the research projects which their departments usually conduct. Postgraduates carry out research in different fields of science and engineering.

Sport centres give the students opportunities to play different sports such as tennis, football, basketball, volleyball, swimming, ' skiing, water polo, boxing, wrestling and others.

Students graduate from mining and geological higher schools as mining engineers, mining mechanical engineers, ecologists, mining electrical engineers, geologists, economists and managers for mining industry.

1. Переведите следующие сочетания слов.

- а) широкий круг проблем
- б) денные месторождения полезных ископаемых
- в) горный инженер-механик
- г) вести научно-исследовательскую работу
- д) принимать форму
- е) техническое и программное обеспечение
- ж) студенты (последнего курса)
- з) дипломная работа
- и) физические и химические свойства
- к) месторождение полезных ископаемых
- 1. оканчивать институт
- 2. поступать в университет
- 3. получать образование

4. готовить геологов и горных инженеров
5. высшие горные учебные заведения
6. приобретать опыт
7. студенческие научные общества
8. заниматься различными видами спорта

№3

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

accurate - *a* точный, правильный; **accuracy** - *n* точность

archive - *n* архив

attend - *v* посещать (*лекции, практические занятия, собрания*)

comprehensive - *a* всесторонний, исчерпывающий

concern - *v* касаться, относиться; иметь отношение к чему-л.; *n* дело, отношение; важность; **concerning** *prep* относительно, касательно

consider - *v* рассматривать; считать; **considerable** - значительный, важный; **consideration** - *n* рассмотрение; обсуждение

draw (drew, drawn) - *v* зд, чертить, рисовать; **draw the conclusion** делать вывод; *syn* **come to the conclusion**

employ - *v* применять, использовать; предоставлять (*работу*); *syn* **use, utilize, apply;**

employment - *n* служба; занятие; применение, использование

familiarize - *v* знакомить; осваивать

fundamental - *n pl* основы (*наук*)

levelling - *n* нивелирование, сглаживание (*различий*); выравнивание

number - *n* число, количество, большое количество; (*порядковый*) номер, ряд

observe - *v* наблюдать, следить (*за чём-л.*), соблюдать (*правило, обычаи*)

obtain - *v* получать; достигать; добывать; *syn* **get, receive**

present - *v* преподносить, дарить; подавать, представлять; **presentation** - *n* изложение; предъявление

proximity - *n* близость, соседство; **in proximity to** поблизости, вблизи от (*чего-л.*)

require - *v* требовать; *syn* **call for; demand; meet the requirements** удовлетворять требованиям

traversing - *n* горизонтальная съемка

to keep in close touch with - поддерживать связь с

to touch upon (on) затрагивать, касаться вкратце (*вопроса*)

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

TEXT 3: Mining Education in Great Britain

In Great Britain the students get mining education at special colleges and at mining departments of universities.

For example, the Mining Department at the University of Nottingham ranks as one of the foremost teaching and research mining schools in Great Britain. The students come to the University from all parts of the country and from abroad. The close proximity of Nottingham to mines extracting coal and different metals makes it possible for the University to keep in close touch with new achievements in mining.

The aim of training at the University is to give the student an understanding of applied science based on lectures, tutorial system, laboratory work and design classes. The laboratory work trains the student in accurate recording of observations, drawing of logical conclusions and presentation of scientific reports. Besides, it gives the student an understanding of experimental methods and familiarizes him (or her) with the characteristics of engineering materials, equipment and machines.

At Nottingham there are two types of laboratories, general and Specialized. General laboratories deal with the fundamentals of engineering science and specialized ones study the more specialized problems in different branches of engineering.

During the final two years of his course the student gets a comprehensive training in surveying. Practical work both in the field and in drawing classes forms an important part of this course. Besides, the students have practical work in survey camps during two weeks. The equipment available for carrying out traversing, levelling, tacheometric and astronomical surveying is of the latest design.

The practical and laboratory work throughout the three or four years of study forms a very important part of the course, so the students obtain the required standard in their laboratory course work before they graduate.

British educational system is fee-paying. The annual fee includes registration, tuition, examination, graduation and, in the case of full-time students, membership of the Union of Students.

Students from all over the world (nearly 100 countries) study at the University of Nottingham. For many years the University has had a thriving community of international students.

The University pays much attention to learning foreign languages. For individual study there is a 16-place self-access tape library with a tape archive of 3,000 tapes in 30 languages. There are also 16 video work stations where the students play back video tapes or watch TV broadcasts in a variety of languages.

1. Определите, какие предложения соответствуют содержанию текста.

Подтвердите свои ответы фактами из текста.

1. In Great Britain the students can get mining education only at special colleges.
2. The training at universities is based on tutorial system.
3. The laboratory work familiarizes the student with modern equipment.
4. There are three types of laboratories at the University of Nottingham.
5. When the students study surveying, they have practical work both in the field and in drawing classes.
6. The students from abroad don't study at Nottingham.

2. Ответьте на следующие вопросы:

1. Where can one get mining education in Great Britain?
2. Is the Mining Department at the University of Nottingham one of the foremost research mining schools in Great Britain?
3. What makes it possible for the University to keep in close touch with the achievements in mining?
4. What are the students supposed to do in the laboratories?
5. Will the students have practical work in survey camps or in the laboratories?
6. What do the students use surveying equipment for?
7. What can you say about studying foreign languages at the University?

№4

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

advance - *n* прогресс, успех; продвижение вперед; *v* делать успехи, развиваться, продвигаться вперед; **advanced courses** курсы по расширенной программе

authority - *n* администрация; начальство

differ - *v* (from) отличаться (от); **difference** *n* различие; разница; **different** *a* различный; *syn* various

excavate - *v* добывать (*уголь*); вырабатывать полезное ископаемое открытым способом; вынимать (*грунт*); **excavation** - *n* открытая разработка карьером; разрез, карьер; **surface excavation** открытая разработка; *syn* **open-cast (opencast)**

experience - *n* жизненный опыт; опыт работы; стаж

found - *v* основывать; *syn* **establish, set up; foundation** - *n* основание; учреждение; основа; **lay the foundation** положить начало чему-л., заложить основу чего-л.

manage - v управлять, заведовать, справляться, уметь обращаться; **management** - n управление, заведование; правление, дирекция; **management studies** - наука об управлении
mean (meant) - v значить, иметь значение, подразумевать; намереваться, иметь в виду;
means - n, pl средства, **meaning** - n значение, **by means of** посредством (чего-л)
metalliferous – a содержащий металл, рудоносный
preliminary - a предварительный; **preliminary course** подготовительные курсы
realize - v представлять, себе; понимать (*во всех деталях*); **syn understand**
recognize - v признавать; узнавать
work out -v разрабатывать (*план*); решать задачу

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

TEXT 4: Mining Education in Great Britain (continued)

At present in Great Britain there are a number of universities and colleges which give instruction in mechanical engineering, mining, metallurgy, etc. These institutions provide full-time and part-time education. It should be noted that technical colleges confer diplomas' on college graduates.

A university graduate leaves with the degree of Bachelor of Arts or Bachelor of Science, which is an academic qualification awarded by universities.

For example, the University in Cardiff has become one of the largest in Wales. It is one of the four colleges which together with the Welsh National School of Medicine form the University of Wales. There is the Mining Engineering Department in the University of Wales. The Department deals with the whole range of extractive industries such as coal and metalliferous mining, quarrying and oil technology.

After graduating from the college a student can be recommended for entry to the university by a college authority and he can apply for admission to the university.

At the Mining Department students may take several courses such as geology, mining engineering, mine surveying, quarrying, management studies and others. It has become a tradition that the courses are based on an intensive tutorial system. It means that students are allotted to members of the teaching staff for individual tuition separately in mining, in quarrying and in mine surveying. The system is founded on that of the older universities of Great Britain.

At the Department of Mining Engineering of the Newcastle University mining has now become a technically advanced profession. The Department of Mining Engineering trains industrially experienced engineers through various advanced courses in rock mechanics and surface excavation. For many years the Mining Engineering Department at Newcastle has recognized the need for highly-qualified engineers and realized that the courses in rock mechanics and surface excavation are of great importance for mining engineers.

At the University a student studies for three or four years. The organization of the academic year is based on a three-term system which usually runs from about the beginning of October to the middle of December, from the middle of January to the end of March and from the middle of April to the end of June or the beginning of July.

Students course is designed on a modular basis. Modules are self-contained 'units' of study, which are taught and assessed independently of each other. When a student passes a module, he (she) gains a credit. All modules carry a number of credits. At the end of the term, the number of credits a student gets, determines the award he (she) receives. Each module is continuously assessed by coursework and/or end-of-term examinations.

Admission to the British universities is by examination and selection. The minimum age for admission to the four-year course is normally 18 years. Departments usually interview all the candidates. The aim of the interview is to select better candidates.

Just over half of all university students live in colleges, halls of residence, or other accommodation provided by their university, another third lives in lodgings or privately rented accommodation; and the rest live at home.

1. Определите, какие предложения соответствуют содержанию текста. Подтвердите свои ответы фактами из текста.

1. At present there are about a hundred technical institutions in Great Britain.
2. It should be noted that British colleges confer degrees.
3. As a rule a college authority recommends the graduates for entry to the university.
4. At the Mining Engineering Department of the University of Wales the students study only metalliferous mining.
5. At the Mining Engineering Department the courses are based on an intensive tutorial system.
6. The Mining Engineering Department at the Newcastle University has recognized the importance of teaching rock mechanics and surface excavation (open-cast mining).

2. Ответьте на следующие вопросы:

1. Are there many technical institutions in Great Britain?
2. What is the difference between colleges and universities?
3. Is the Mining Engineering Department the only one in the University of Wales?
4. Does the Mining Engineering Department deal only with metalliferous mining?
5. Can a student enter the university after he has graduated from the college?
6. What courses are of special importance for mining engineers?
7. What do you know about the organization of the academic year at British universities?
8. When do the students take their examinations?

3. Переведите следующие сочетания слов.

- а) курсы по расширенной программе
- б) рудоносные отложения
- в) средства производства
- г) горный факультет
- д) открытые горные работы
- е) опытный инженер
- ж) администрация колледжа
- з) поощрять студентов
- и) отвечать требованиям университета
- к) наука об управлении
1. зависеть от условий
2. значить, означать
3. признать необходимость (чего-л.)
4. ежегодная производительность (шахты)
5. начальник шахты
6. добывающая промышленность
7. представлять особую важность
8. механика горных пород
9. единственный карьер
10. основывать факультет (школу, систему и т.д.)

№5

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

abyssal - а абиссальный, глубинный; **hypabissal** - а гипабиссальный

adjacent - а смежный, примыкающий

ash - п зола

belt - п пояс; лента; ремень

body - п тело, вещество; **solid (liquid, gaseous) bodies** твердые (жидкие, газообразные) вещества; породная масса; массив; месторождение; пласты

common - а обычный; общий; **syn general**; **ant uncommon**

cool - в охлаждать(ся); остывать; прохладный; **ant heat** нагревать(ся)

dimension - *n* измерение; *pl* размеры; величина; *syn* **measurement, size**

dust - *n* пыль

dyke – *n* дайка

extrusion - *n* вытеснение; выталкивание; *ant* **intrusion** вторжение; *геол.* интрузия (*внедрение в породу изверженной массы*)

fine - *a* тонкий, мелкий; мелкозернистый; высококачественный; тонкий; прекрасный, ясный (*о погоде*); изящный; **fine-graded (fine-grained)** мелкозернистый, тонкозернистый; **finer** - *n* *pl* мелочь; мелкий уголь

flow - *v* течь; литься; *n* течение; поток; **flow of lava** поток лавы

fragmentary - *a* обломочный, пластический

glass - *n* стекло; **glassy** - *a* гладкий, зеркальный; стеклянный

gold - *n* золото

inclined - *a* наклонный

mica - *n* слюда

permit - *v* позволять, разрешать; *syn* **allow, let; make possible**

probably - *adv* вероятно; *syn* **perhaps, maybe**

shallow - *a* мелкий; поверхностный; *ant* **deep** глубокий

sill - *n* саль, пластовая интрузия

stock - *n* шток, небольшой батолит

vein - *n* жила, прожилок, пропласток

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

TEXT 5: Igneous Rocks

Igneous rocks have crystallized from solidified magma.

Igneous rocks can be classified in a number of ways and one of them is based on mode of occurrence. They occur either as intrusive (below the surface) bodies or as extrusive masses solidified at the Earth's surface. The terms "intrusive" and "extrusive" refer to the place where rocks solidified.

The grain size of igneous rocks depends on their occurrence. The intrusive rocks generally cool more slowly than the extrusive rocks and crystallize to a larger grain size. The coarser-grained intrusive rocks with grain size of more than 0.5 mm called plutonic or abyssal are referred to as intrusive igneous rocks because they are intruded into older pre-existing rocks. Extrusive or volcanic rocks have even finer grains, less than 0.05 mm and are glassy.

Exposed igneous rocks are most numerous in mountain zones for two reasons. First, the mountain belts have been zones of major deformation. Second, uplifts in mountain belts have permitted plutonic masses to be formed.

The largest bodies of igneous rocks are called batholiths. Batholiths cooled very slowly. This slow cooling permitted large mineral grains to form. It is not surprising that batholiths are composed mainly of granitic rocks with large crystals called plutons. As is known, granites and diorites belong to the group of intrusive or plutonic rocks formed by solidification of igneous mass under the Earth's crust. Granites sometimes form smaller masses called stocks, when the occurrence has an irregular shape but smaller dimensions than the batholiths.

Laccoliths and sills, which are very similar, are intruded between sedimentary rocks. Sills are thin and they may be horizontal, inclined or vertical. Laccoliths are thicker bodies and in some cases they form mountains.

Dykes are also intrusive bodies. They range in thickness from a few inches to several thousand feet. Dykes are generally much longer than they are wide. Most dykes occupy cracks and have straight parallel walls. These bodies cool much more rapidly and are commonly fine-grained. For example, granite may occur in dykes that cut older rocks.

Pegmatites (quartz, orthoclase and mica) also belong to the group of plutonic or intrusive rocks. They occur in numerous veins which usually cut through other plutonites, most often granite, or adjacent rocks.

Extrusive igneous rocks have been formed from lava flows which come from fissures to the surface and form fields of volcanic rocks such as rhyolite, andesite, basalt, as well as volcanic ashes and dust, tuff, etc. As a rule, these rocks of volcanic origin cool rapidly and are fine-grained. It is interesting to note that basalt is the most abundant of all lavatypes. It is the principal rock type of the ocean floor.

Igneous rocks are rich in minerals that are important economically or have great scientific value. Igneous rocks and their veins are rich in iron, gold, zinc, nickel and other ferrous metals.

1). Укажите, какие предложения соответствуют содержанию текста. Подтвердите свои ответы фактами из текста.

1. Igneous rocks have been formed by sedimentation.
2. Intrusive rocks have been formed by the cooling of rocks of the Earth's crust.
3. Extrusive rocks have been formed the same way.
4. The grain size of igneous rocks depends on mode of occurrence.
5. Exposed igneous rocks are numerous in mountain zones.
6. Granites and diorites belong to the group of extrusive rocks.
7. As a rule, granite may occur in dykes.
8. Pegmatites do not belong to the group of plutonic or intrusive rocks.

2). Ответьте на вопросы:

1. Have igneous rocks crystallized from magma or have they been formed by sedimentation?
2. Which types of igneous rocks do you know?
3. What does the grain size of igneous rocks depend on?
4. Can you give an example of intrusive or plutonic rocks?
5. Are diorites intrusive or extrusive formations?
6. What do you know about batholiths?
7. Do pegmatites belong to the group of plutonic or volcanic rocks?
8. How do pegmatites occur?
9. What minerals are igneous rocks rich in?

3. а) Найдите в правой колонке русские эквиваленты следующих слов в сочетаний слов:

- | | |
|-------------------------------|-----------------------------------|
| 1. adjacent layers | а) способ залегания |
| 2. abyssal rocks | б) крупнозернистый |
| 3. dimensions of crystals | в) зоны крупных нарушений |
| 4. valuable minerals | г) абиссальные (глубинные) породы |
| 5. shape and size of grains | д) смежные пласты (слои) |
| 6. mode of occurrence | е) размеры кристаллов |
| 7. coarse-grained | ж) взбросы |
| 8. uplifts | з) форма и размер зерен |
| 9. zones of major deformation | и) ценные минералы |

б) Найдите в правой колонке английские эквиваленты следующих сочетаний слов:

- | | |
|----------------------------|----------------------------|
| 1. затвердевшие массы | а) irregular shape |
| 2. обломочные породы | б) at a certain depth |
| 3. медленно остывать | в) economically important |
| 4. мелкозернистый | г) solidified masses |
| 5. многочисленные трещины | д) scientific value |
| 6. неправильная форма | е) to cool slowly |
| 7. на определенной глубине | ж) existing types of rocks |
| 8. экономически важный | з) fine-grained |
| 9. научная ценность | и) fragmentary rocks |

10. существующие типы пород к) numerous cracks or fissures

№6

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

band - *n* слой; полоса; прослойка (*породы*); *syn* **layer**

cleave - *v* расщепляться; трескаться, отделяться по кливажу; **cleavage** *n* кливаж

constituent - *n* составная часть, компонент

define - *v* определять, давать определение

distribute - *v* (**among**) распределять (между); раздавать;

disturb - *v* нарушать; смещать

excess - *n* избыток, излишек; *ant* **deficiency**

flaky - *a* слоистый; похожий на хлопья

fluid - *n* жидкость; жидкая или газообразная среда

foliate - *v* расщепляться на тонкие слои; **foliated** - *a* листоватый, тонкослоистый; *syn* **flaky**

marble - *n* мрамор

mention - *v* упоминать, ссылаться; *n* упоминание

plate - *n* пластина; полоса (*металла*)

pressure - *n* давление; **rock pressure (underground pressure)** горное давление, давление горных пород

relate - *v* относиться; иметь отношение; **related** *a* родственный; **relation** - *n* отношение;

relationship - *n* родство; свойство; **relative** - *a* относительный; соответственный

run (ran, run) - *v* бегать, двигаться; течь; работать (о *машине*); тянуться, простираться; управлять (*машинной*); вести (*дело, предприятие*)

schistose - *a* сланцеватый; слоистый

sheet - *n* полоса

slate - *n* сланец; *syn* **shale**

split (split) - *v* раскалываться, расщепляться, трескаться; *syn* **cleave**

trace - *n* след; **tracing** - *n* прослеживание

at least по крайней мере

to give an opportunity (of) давать возможность (*кому-л., чему-л.*)

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

TEXT 6: Metamorphic Rocks

The problem discussed concerns metamorphic rocks which compose the third large family of rocks. "Metamorphic" means "changed from". It shows that the original rock has been changed from its primary form to a new one. Being subjected to pressure, heat and chemically active fluids beneath the Earth's surface, various rocks in the Earth's crust undergo changes in texture, in mineral composition and structure and are transformed into metamorphic rocks. The process described is called metamorphism.

As is known, metamorphic rocks have been developed from earlier igneous and sedimentary rocks by the action of heat and pressure.

Gneisses, mica schists, phyllites, marbles, slate, quartz, etc. belong to the same group of rocks. Having the same mineral composition as granite, gneisses consist chiefly of quartz, orthoclase and mica. However unlike granite, they have a schistose structure. It means that their constituents are distributed in bands or layers and run parallel to each other in one direction. If disturbed the rock cleaves easily into separate plates.

The role of water in metamorphism is determined by at least four variable geologically related parameters: rock pressure, temperature, water pressure, and the amount of water present.

During a normal progressive metamorphism rock pressure and temperature are interdependent, and the amount of water and the pressure of water are related to the sediments and to the degree of metamorphism in such a way that, generally speaking, the low-grade metamorphic rocks are

characterized by the excess of water. The medium-grade rocks defined by some deficiency of water and the high-grade metamorphic rocks are characterized by the absence of water.

Many of the metamorphic rocks mentioned above consist of flaky materials such as mica and chlorite. These minerals cause the rock to split into thin sheets, and rocks become foliated.

Slate, phyllite, schist and gneiss belong to the group of foliated metamorphic rocks. Marble and quartzite are non-foliated metamorphic rocks.

The structure of metamorphic rocks is of importance because it shows the nature of pre-existing rocks and the mechanism of metamorphic deformation. Every trace of original structure is of great importance to geologists. It gives an opportunity of analysing the causes of its metamorphism.

Being often called crystalline schists, metamorphic rocks such as gneisses and mica have a schistose structure. Metamorphic rocks represent the oldest portion of the Earth's crust. They are mostly found in the regions of mountain belts where great dislocations on the Earth once took place.

1). Укажите, какие предложения соответствуют содержанию текста.

Подтвердите свои ответы фактами из текста.

1. Generally speaking, metamorphic rocks have been developed from ores.
2. Marble, slate and phyllite belong to the group of metamorphic rocks.
3. As is known, unlike granite metamorphic rocks have a schistose structure.
4. It is quite obvious that the role of water in metamorphism is great.
5. As a rule, low-grade metamorphic rocks are characterized by the absence of water.
6. Flaky materials cause the rock to split into thin sheets.
7. It should be noted that marble and quartzite are foliated metamorphic rocks.
8. The structure of metamorphic rocks shows the nature of older preexisting rocks and the mechanism of metamorphic deformation as well.
9. All metamorphic rocks are non-foliated.

2). Ответьте на вопросы:

1. Do you know how metamorphic rocks have been formed?
2. Which rocks belong to the group of metamorphic?
3. Does gneiss have the same structure as granite?
4. Is the role of water great in metamorphism?
5. What rocks do we call foliated? What can you say about non-foliated metamorphic rocks?
6. How can geologists trace the original structure of metamorphic rocks?
7. Why are metamorphic rocks often called crystalline schists?

3. а) Найдите в правой колонке русские эквиваленты следующих слов и сочетаний слов:

1. as a result of the chemical and physical changes
 2. constituents of rocks
 3. to be subjected to constant development
 4. to undergo changes
 5. excess of water
 6. low-grade ores
 7. coal band
 8. to cleave into separate layers
 9. traces of original structure
 10. generally speaking
- а) полоса (или прослойка) угля
б) составляющие пород
в) расщепляться на отдельные слои
г) вообще говоря

- д) в результате химических и физических изменений
- е) избыток воды
- ж) изменяться
- з) находиться в постоянном развитии
- и) низкосортные руды
- к) следы первоначальной структуры

б) Найдите в правой колонке английские эквиваленты следующих слов и сочетаний слов:

- 1. иметь значение
- 2. упомянутые выше
- 3. сланцеватая структура
- 4. в отличие от гранита
- 5. недостаток воды
- 6. существовавшие ранее породы
- 7. слоистые породы
- 8. мрамор и сланец
- 9. гнейс
- 10. давать возможность
- 11. определять структуру
- а) unlike granite
- б) to be of importance
- в) pre-existing rocks
- г) mentioned above
- д) schistose structure
- е) to give an opportunity (of doing smth)
- ж) to define (determine) rock texture
- з) deficiency of water
- и) flaky rocks
- к) marble and slate
- л) gneiss

№7

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

aerial - *a* воздушный; надземный

certain - *a* определенный; некоторый; **certainly** *adv* конечно

cost - (*cost*) *v* стоить; *n* цена; стоимость

crop - *v* (*out*) обнажать(ся), выходить на поверхность (*о пласте, породе*); *syn* **expose**; засеивать, собирать урожай

dredging - *n* выемка грунта; драгирование

drill - *v* бурить, сверлить; *n* бурение, сверление; бурильный молоток; **drilling** - *n* бурение, сверление; **core-drilling** колонковое (керновое) бурение

drive (drore, driven) - *v* проходить (*горизонтальную выработку*); приводить в движение; управлять (*машиной*); *n* горизонтальная выработка; привод; передача

evidence - *n* основание; признак(и); свидетельства

expect - *v* ожидать; рассчитывать; думать; предлагать

explore - *v* разведывать месторождение полезного ископаемого с попутной добычей;

exploratory - *a* разведочный; **exploration** - *n* детальная разведка; разведочные горные работы по месторождению

galena - *n* галенит, свинцовый блеск

indicate - *v* указывать, показывать; служить признаком; означать

lead - *n* свинец

look for - *v* искать

open up - *в* вскрывать (*месторождение*); нарезать (*новую лаву, забой*); **opening** - *п* горная выработка; подготовительная выработка; вскрытие месторождения

panning - *п* промывка (*золотоносного песка в лотке*)

processing - *п* обработка; - **industry** обрабатывающая промышленность

prove - *в* разведывать (*характер месторождения или залегания*); доказывать; испытывать, пробовать; **proved** - *а* разведанный, достоверный; **proving** - *п* опробование, предварительная разведка

search - *в* исследовать; (*for*) искать (*месторождение*); *п* поиск; *syn* **prospecting**

sign - *п* знак, символ; признак, примета

store - *в* хранить, накапливать (*о запасах*)

work - *в* работать; вынимать, извлекать (*уголь, руду*); вырабатывать; **workable** - *а* подходящий для работы, пригодный для разработки, рабочий (*о пласте*); рентабельный; **working** - *п* разработка, горная выработка

country rock коренная (основная) порода

distinctive properties отличительные свойства

malleable metal ковкий металл

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

TEXT 7: Prospecting

Mining activities include prospecting and exploration for a mineral deposit through finding, proving, developing, extracting and processing the ore. That is why it is possible to divide the mining activity into three major phases: 1) before mining which involves prospecting and exploration required to locate, characterize and prove a potential ore body; 2) mining which refers to actual coal or ore extraction. Extraction processes include underground or surface mining and dredging; 3) after mining which involves processing and preparing the raw ore for the end product.

As has already been said, before a mineral deposit can be worked, that is, before it can be extracted from the Earth for use by man, it must first be found. The search for economically useful mineral deposits is called prospecting. To establish the quality and quantity of a mineral deposit, the type of country rock, etc. means to prove it and this process is called proving. Prospecting and proving are only two different stages of mining geological exploration, the latter includes drilling and driving of openings.

Last century prospectors looked for visible evidence of mineralization on the surface of the Earth. To recognize valuable minerals it was necessary to know their various distinctive physical properties. For example, gold occurs in nature as a heavy malleable yellow metal. -Galena, the most important mineral containing lead, is dark grey, heavy and lustrous. The first ores of iron to be mined were deposits of magnetite, a black heavy mineral capable of attracting a piece of iron.

As the deposits of mineral that cropped out at the surface were mined, the search for additional supplies of minerals took place. The science of geology was used to explain the occurrence of ore deposits.

The aim of geological prospecting is to provide information on a preliminary estimation of the deposit and the costs of the geological investigations to be made. It also indicates whether it is available to continue the exploration or not.

Prospecting work includes three stages: 1) finding signs of the mineral; 2) finding the deposit; 3) exploring the deposit.

General indications of the possibility of exposing this or that mineral in a locality can be obtained by studying its general topographical relief, the type of ground and its general natural conditions. Thus, in mountainous regions where fissures were formed during the process of mountain formation, ore minerals could be expected in the fissure fillings. In hilly regions, sedimentary deposits would be expected.

Certain deposits are found only in a particular type of ground. Coal seams, for example, are found in sedimentary formations mainly consisting of sandstones and shales. Veins, on the other hand,

are found in crystalline (igneous) rocks, and the type of country rock usually determines the type of minerals.

At present, prospecting methods to be used are as follows:

1. Surface geological and mineralogical prospecting such as panning.
2. Geophysical, geochemical, geobotanical prospecting.
3. Aerial photography with geological interpretation of the data to be obtained is highly effective from aircraft or helicopter. Besides, successful development of space research has made it possible to explore the Earth's resources from space by satellites.

In modern prospecting the methods mentioned above are used together with the study of geological maps.

1. Укажите, какие предложения соответствуют содержанию текста.

Подтвердите свои ответы фактами из текста.

1. The search for economically useful mineral deposits is called proving.
2. Last century prospectors looked for visible evidence of mineral deposits.
3. The first ores of iron to be mined were deposits of galena.
4. The science of geology can explain the mode of occurrence of ore deposits.
5. As a rule prospecting includes four stages.
6. The study of general topographical relief and the type of ground makes it possible to expose this or that deposit.
7. Geologists know that certain deposits are only found in a particular type of ground.
8. As is known, veins are found in metamorphic rocks.

2. Ответьте на следующие вопросы:

1. What is prospecting?
2. What is proving?
3. How did prospectors find mineral deposits in the 19th century?
4. Does gold occur in nature as a heavy malleable yellow metal or as a heavy dark-grey one?
5. What metal is capable of attracting a piece of iron?
6. What does prospecting work provide?
7. What are the three main stages of prospecting?
8. Is it enough to know only the topographical relief of a locality for exposing this or that mineral?
9. What methods of prospecting do you know?
10. What are the most effective aerial methods of prospecting now?

3. а) Найдите в правой колонке русские эквиваленты следующих слов и сочетаний

слов:

- | | |
|--|--|
| 1. country rock | а) залегание рудных месторождений |
| 2. panning | б) блестящий металл |
| 3. the search for commercially useful deposits | в) коренная (основная) порода |
| 4. geological exploration | г) дополнительные запасы минералов |
| 5. to look for evidence of mineralization | д) промывка (золотоносного песка в лотке) |
| 6. distinctive properties | е) геологическая разведка (с попутной добычей) |
| 7. lustrous metal | ж) искать доказательства наличия месторождения |
| 8. capable of attracting a piece of iron | з) отличительные свойства |
| 9. additional supplies of minerals | и) поиски экономически полезных месторождений |
| 10. the occurrence of ore deposits | к) способный притягивать кусок металла |

б) Найдите в правой колонке английские эквиваленты следующих слов и сочетаний

слов:

- | | |
|--|--|
| 1. стоимость геологических исследований | а) the data obtained |
| 2. выходить на поверхность (обнажаться) | б) galena, sandstones and shales |
| 3. произвести предварительную оценку (месторождения) | в) the cost of geological investigations |
| 4. визуальные наблюдения с воздуха | г) to crop out |
| 5. полученные данные | д) certain ore deposits |
| 6. галенит, песчаники и сланцы (of a deposit) | е) to make a preliminary estimation |
| 7. общие показания | ж) visual aerial observations |
| 8. находить признаки месторождения | з) to find the signs of a deposit |
| 9. определенные рудные месторождения | и) general indications |

№8

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

adit - *n* горизонтальная подземная выработка, штольня

angle - *n* угол

approximate - *a* приблизительный

bit - *n* режущий инструмент; буровая коронка, коронка для алмазного бурения; головка бура, сверло; **carbide bit** армированная коронка, армированный бур; **diamond bit** - алмазная буровая коронка

borehole - *n* скважина, буровая скважина

crosscut - *n* квершлаг

dip - *n* падение (*залежи*); уклон, откос; *v* падать

enable - *v* давать возможность или право (*что-л. сделать*)

exploit - *v* разрабатывать (*месторождение*); эксплуатировать; **exploitation** - *n* разработка; эксплуатация

measure - *n* мера; мерка; критерий; степень; *pl* свита, пласты; *v* измерять

overburden - *n* покрывающие породы, перекрывающие породы; верхние отложения, наносы; вскрыша

pit - *n* шахта; карьер, разрез; шурф

reliable - *a* надежный; достоверный

rig - *n* буровой станок, буровая вышка; буровая каретка; буровое оборудование

sample - *n* образец; проба; *v* отбирать образцы; опробовать, испытывать

section - *n* участок, секция, отделение, отрезок, разрез, профиль, поперечное сечение;

geological ~ геологический разрез (*пород*)

sequence - *n* последовательность; порядок следования; ряд

sink (sank, sunk) - *v* проходить (*шахтный ствол, вертикальную выработку*); углублять; погружать; опускать; **sinking** - *n* проходка (*вертикальных или наклонных выработок*); **shaft sinking** - проходка ствола

slope - *n* наклон; склон; бремсберг; уклон; *v* клониться, иметь наклон; **sloping** - *a* наклонный; **gently sloping** - с небольшим наклоном

steep - *a* крутой, крутопадающий, наклонный

strike - *n* зд. простираение; *v* простирается; **across the strike** - вкрест простираения; **along (on) the strike** по простираению

trench - *n* траншея, канава; котлован; *v* копать, рыть, шурфовать

to make use (of) использовать, применять

to take into consideration принимать во внимание; *syn* **take into account**

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

TEXT 8: Exploration of Mineral Deposits

Exploration is known to include a whole complex of investigations carried out for determining the industrial importance of a deposit. The main task is to determine the quality and quantity of mineral and the natural and economic conditions in which it occurs. The exploration of the deposit is divided into three stages, namely preliminary exploration, detailed exploration and exploitation exploration.

The aim of preliminary exploration is to establish the general size of a deposit and to obtain an approximate idea of its shape, dimensions and quality. At this stage the geological map of the deposit is corrected and a detailed survey of its surface is completed.

The information on the preliminary exploration is expected to give an all-round description of the deposit which will enable the cost of its detailed exploration to be estimated.

The following points should be taken into consideration: 1) the shape and area of the deposit; 2) its depth and angles of dip and strike; 3) its thickness; 4) the properties of the surrounding rock and overburden; 5) the degree of uniformity of distribution of the mineral within the deposit and the country rock, etc.

Preliminary explorations can make use of exploratory openings such as trenches, prospecting pits, adits, crosscuts and boreholes. They are planned according to a definite system, and some are driven to a great depth.

All the exploratory workings are plotted on the plan. These data allow the geologist to establish the vertical section of the deposit.

The quality of the mineral deposit is determined on the basis of analyses and tests of samples taken from exploratory workings.

The method of exploration to be chosen in any particular case depends on the thickness of overburden, the angle of dip, the surface relief, the ground water conditions and the shape of the mineral deposit.

The task of the detailed exploration is to obtain reliable information on the mineral reserves, their grades and distribution in the different sectors of the deposit. Detailed exploration data provide a much more exact estimate of the mineral reserves.

Mine or exploitation exploration is known to begin as soon as mining operations start. It provides data for detailed estimates of the ore reserves of individual sections. It facilitates the planning of current production and calculating the balance of reserves and ore mined.

The searching and discovering of new mineralized areas are based on geological survey and regional geophysical prospecting. The results of these investigations provide data on iron-bearing formations and new deposits for commercial extraction.

In detailed exploration both underground workings and borehole survey are used. Core drilling with diamond and carbide bits is widely used. Non-core drilling is also used in loose rocks in combination with borehole geophysical survey.

One of the main methods to explore coal deposits is also core-drilling. Modern drilling equipment makes it possible to accurately measure bed thickness and determine structure of beds, faults and folds. Recording control instruments are attached to drilling rigs which allow the geologists to get reliable samples good for nearly all parameters of coal quality to be determined.

1. Укажите, какие предложения соответствуют содержанию текста.

Подтвердите свои ответы фактами из текста.

1. The purpose of preliminary exploration is to determine the mineral reserves and their distribution in the different sectors of the deposit.
2. The properties of the surrounding rock and overburden should be taken into consideration during the preliminary exploration.
3. The purpose of the detailed exploration is to find out the quantity (reserves) of the deposit.
4. Exploitation exploration facilitates the planning of current production.
5. Both core drilling and non-core drilling are widely used.

6. Recording control instruments allow geologists to get reliable ore samples.
2. **Ответьте на следующие вопросы:**
1. What stages does exploration include?
2. What is the main purpose of preliminary exploration?
3. What should be taken into consideration by geologists during preliminary exploration?
4. What exploratory openings do you know?
5. Do you know how the quality of the mineral deposit is determined?
6. What is the aim of a detailed exploration?
7. Is core drilling used in prospecting for loose rocks?
8. What is drilling equipment used for?

3. а) **Найдите в правой колонке русские эквиваленты следующих сочетаний слов:**

- | | |
|-----|---|
| 1. | bedded deposits |
| 2. | core drilling |
| 3. | the angle of dip of the seam |
| 4. | the thickness of overburden |
| 5. | exploratory workings |
| 6. | composition of minerals |
| 7. | pits and crosscuts |
| 8. | to exploit new oil deposits |
| 9. | sampling |
| 10. | geological section |
| а) | мощность наносов |
| б) | разрабатывать новые месторождения нефти |
| в) | шурфы и квершлаг |
| г) | пластовые месторождения |
| д) | опробование (отбор) образцов |
| е) | угол падения пласта |
| ж) | колонковое бурение |
| з) | геологический разрез (пород) |
| и) | состав минералов |
| к) | разведочные выработки |

б) **Найдите в правой колонке английские эквиваленты следующих сочетаний слов:**

- | | |
|-----|---|
| 1. | буровые скважины |
| 2. | по простиранию пласта |
| 3. | равномерность распределения минерала в залежи |
| 4. | водоносность пород |
| 5. | карбидные и алмазные коронки |
| 6. | детальная разведка |
| 7. | использовать новые поисковые методы |
| 8. | проникать в залежь |
| 9. | коренная порода |
| 10. | свойства окружающих пород |
| а) | ground water conditions |
| б) | detailed exploration |
| в) | boreholes |
| г) | along the strike of the bed (seam) |
| д) | carbide and diamond bits |
| е) | the uniformity of mineral distribution in the deposit |
| ж) | the properties of surrounding rocks |
| з) | to make use of new prospecting methods |
| и) | country rock |
| к) | to penetrate into the deposit |

3. Подготовка к практическим занятиям (запоминание иноязычных лексических единиц и грамматических конструкций)

Грамматические конструкции представлены на стр. 6 – 40.

Запомните слова и выражения, необходимые для освоения тем курса:

Семья. Family

родственник	relative, relation
родители	parents
мать (мама)	mother (mom, mum, mama, mamma, mummy, ma)
отец (папа)	father (dad, daddy, papa, pa)
жена	wife
муж	husband
супруг(а)	spouse
ребенок, дети	child, children
дочь	daughter
сын	son
сестра	sister
брат	brother
единственный ребенок	only child
близнец	twin
близнецы, двойняшки	twins
брат-близнец	twin brother
сестра-близнец	twin sister
однояйцевые близнецы	identical twins
тройняшки	triplets
бабушка и дедушка	grandparents
бабушка	grandmother (grandma, granny, grandmamma)
дедушка	grandfather (grandpa, granddad, grandpapa, grandad)
внуки	grandchildren
внучка	granddaughter
внук	grandson
прабабушка	great-grandmother
прадедушка	great-grandfather
прабабушка и прадедушка	great-grandparents
правнуки	great-grandchildren
тётя	aunt
дядя	uncle
крестный (отец)	godfather
крестная (мать)	godmother
отчим, приемный отец	stepfather
мачеха, приемная мать	stepmother
сводный брат	stepbrother
сводная сестра	stepsister
брат по одному из родителей	half-brother
сестра по одному из родителей	half-sister
приемный, усыновленный сын	adopted son
приемная, удочеренная дочь	adopted daughter
приемный ребенок	adopted child
патронатная семья, приемная семья	foster family
приемный отец	foster father
приемная мать	foster mother
приемные родители	foster parents

приемный сын	foster son
приемная дочь	foster daughter
приемный ребенок	foster child
неполная семья (с одним родителем)	single-parent family
родня	the kin, the folks
племянница	niece
племянник	nephew
двоюродный брат	cousin (male)
двоюродная сестра	cousin (female)
двоюродный брат (сестра), кузен (кузина)	first cousin
троюродный брат (сестра)	second cousin
четвероюродный брат (сестра)	third cousin
родня со стороны мужа или жены	in-laws
свекровь	mother-in-law (husband's mother)
свёкор	father-in-law (husband's father)
тёща	mother-in-law (wife's mother)
тесть	father-in-law (wife's father)
невестка, сноха	daughter-in-law
зять	son-in-law
шурин, свояк, зять, деверь	brother-in-law
свояченица, золовка, невестка	sister-in-law
семейное положение	marital status
холостой, неженатый, незамужняя	single
женатый, замужняя	married
брак	marriage
помолвка	engagement
помолвленный, обрученный	engaged
развод	divorce
разведенный	divorced
бывший муж	ex-husband
бывшая жена	ex-wife
расставшиеся, не разведенные, но не проживающие одной семьей	separated
вдова	widow
вдовец	widower
подружка, невеста	girlfriend
друг, парень, ухажер	boyfriend
любовник, любовница	lover
ухажер, жених, подружка, невеста, обрученный	fiance
свадьба	wedding
невеста на свадьбе	bride
жених на свадьбе	(bride)groom
медовый месяц	honeymoon

Запомните слова и выражения, необходимые для освоения тем курса:

The Ural State Mining University

Mining University – Горный университет; higher educational institution - высшее учебное заведение; to provide - зд. Предоставлять; full-time education - очное образование; extramural education - заочное	scientific research centre - центр научных исследований; master of science - кандидат наук; capable – способный; to take part in - принимать участие; graduate – выпускник; to dedicate – посвящать;
---	---

образование; to award – награждать; post-graduate courses – аспирантура;	to carry out scientific work - выполнять научную работу;
Faculty of Mining Technology - горно – технологический; Faculty of Engineering and Economics - инженерно-экономический; Institute of World Economics – Институт мировой экономики; Faculty of Mining Mechanics - горно-механический; Faculty of Civil Protection – гражданской защиты; Faculty of City Economy – городского хозяйства;	Faculty of Geology & Geophysics – геологии и геофизики; Faculty of extramural education – заочный; department – кафедра; dean – декан; to train specialists in - готовить специалистов; to consist of - состоять из; preparatory – подготовительный; additional – дополнительный; to offer – предлагать;
to house - размещать /ся/; building – здание; Rector's office – ректорат; Dean's office – деканат; department – кафедра; library – библиотека; reading hall - читальный зал; assembly hall - актовый зал; layout - расположение, план; administrative offices - административные отделы;	computation centre - вычислительный центр; canteen – столовая; to have meals – питаться; hostel – общежитие; to go in for sports - заниматься спортом; wrestling – борьба; weight lifting - тяжелая атлетика; skiing - катание на лыжах; skating - катание на коньках; chess – шахматы;
academic work - учебный процесс; academic year - учебный год; to consist of - состоять из; bachelor's degree - степень бакалавра; course of studies - курс обучения; to last - длиться; term - семестр; to attend lectures and classes - посещать лекции и занятия; period - пара, 2 – х часовое занятие; break - перерыв; subject - предмет; descriptive geometry - начертательная геометрия;	general geology - общая геология; foreign language - иностранный язык; to operate a computer - работать на компьютере; to take a test (an exam) - сдавать зачет, экзамен; to pass a test (an exam) - сдать зачет, экзамен; to fail a test (an exam) - не сдать зачет, экзамен; to fail in chemistry - не сдать химию; holidays, vacations - каникулы; to present graduation paper - представлять дипломные работы; for approval - к защите;

The Faculty of Mining Technology trains specialists in: mine surveying - маркшейдерская съемка; underground mining of mineral deposits - подземная разработка месторождений полезных ископаемых; mine and underground construction - шахтное и подземное строительство; surface mining (open-cut mining) - открытые горные работы; physical processes of mining, oil and gas production - физические процессы горного и нефтегазового производства; placer mining - разработка россыпных месторождений; town cadastre - городской кадастр.

The Institute of World Economics trains specialists in: land improvement, recultivation and soil protection - мелиорация, рекультивация и охрана земель; engineer protection of environment in mining - инженерная защита окружающей среды в горном деле; computer systems of information processing and control - автоматизированные системы обработки информации и управления; economics and management at mining enterprises - экономика и управление на предприятиях горной промышленности.

The Faculty of Mining Mechanics trains specialists in: electromechanical equipment of mining enterprises - электромеханическое оборудование горных предприятий; designing & production of mining, oil and gas machinery - конструирование и производство горных и нефтегазопромысловых машин; technological and service systems of exploitation and maintenance of machines and equipment - технологические и сервисные системы эксплуатации и ремонта машин и оборудования; motorcars and self-propelled mining equipment - автомобили и самоходное горное оборудование; electric drive and automation of industrial units and technological complexes - электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов; automation of technological processes and industries - автоматизация технологических процессов и производств; mineral dressing - обогащение полезных ископаемых.

The Faculty of Geology & Geophysics trains specialists in: geophysical methods of prospecting and exploring mineral deposits - геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых; according to some specializations: geoinformatics – геоинформатика; applied geophysics - прикладная геофизика; structural geophysics - структурная геофизика; geological surveying and exploration of mineral deposits - геологическая съемка и поиски МПИ; geology and mineral exploration - геология и разведка МПИ; prospecting and exploration of underground waters and engineering - геологическая разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания; applied geochemistry, petrology and mineralogy - прикладная геохимия, петрология и минералогия; drilling technology - технология и техника разведки МПИ.

Запомните слова и выражения, необходимые для освоения тем курса:

My town

a building – здание
downtown – деловой центр города
town outskirts – окраина города
a road – дорога
an avenue – проспект
a pavement/a sidewalk - тротуар
a pedestrian – пешеход
a pedestrian crossing – пешеходный переход
traffic lights – светофор
a road sign – дорожный знак
a corner – угол
a school - школа
a kindergarten – детский сад
a university - университет
an institute – институт
an embassy - посольство
a hospital - больница
a shop/a store/a shopping centre/a supermarket – магазин, супермаркет
a department store – универсам
a shopping mall/centre – торговый центр
a food market – продуктовый рынок
a greengrocery – фруктово-овощной магазин
a chemist's/a pharmacy/a drugstore - аптека

a beauty salon – салон красоты
 a hairdressing salon/a hairdresser's - парикмахерская
 a dental clinic/a dentist's – стоматологическая клиника
 a vet clinic – ветеринарная клиника
 a laundry – прачечная
 a dry-cleaner's – химчистка
 a post-office – почтовое отделение
 a bank – банк
 a cash machine/a cash dispenser - банкомат
 a library – библиотека
 a sight/a place of interest - достопримечательность
 a museum – музей
 a picture gallery – картинная галерея
 a park – парк
 a fountain – фонтан
 a square – площадь
 a monument/a statue – памятник/статуя
 a river bank – набережная реки
 a beach – пляж
 a bay - залив
 a café – кафе
 a restaurant – ресторан
 a nightclub – ночной клуб
 a zoo - зоопарк
 a cinema/a movie theatre - кинотеатр
 a theatre – театр
 a circus - цирк
 a castle - замок
 a church – церковь
 a cathedral – собор
 a mosque - мечеть
 a hotel – отель, гостиница
 a newsagent's – газетный киоск
 a railway station – железнодорожный вокзал
 a bus station - автовокзал
 a bus stop – автобусная остановка
 an underground (metro, subway, tube) station – станция метро
 a stadium – стадион
 a swimming-pool – плавательный бассейн
 a health club/a fitness club/a gym – тренажерный зал, фитнес клуб
 a playground – игровая детская площадка
 a plant/a factory – завод/фабрика
 a police station – полицейский участок
 a gas station/a petrol station – заправочная автостанция, бензоколонка
 a car park/a parking lot - автостоянка
 an airport - аэропорт
 a block of flats – многоквартирный дом
 an office block – офисное здание
 a skyscraper - небоскреб
 a bridge – мост
 an arch – арка
 a litter bin/a trash can – урна

a public toilet – общественный туалет
a bench - скамья

Запомните слова и выражения, необходимые для освоения тем курса:

My speciality

The Earth's Crust and Useful Minerals

cause - v заставлять; вызывать; влиять; причинять; *n* причина, основание; дело; общее дело; *syn* **reason**
clay - *n* глина; глинозем
consolidate - v твердеть, затвердевать, уплотнять(ся); укреплять; *syn* **solidify**
crust - *n* кора; *геол.* земная кора
decay - v гнить, разлагаться; *n* выветривание (*пород*); распад, разложение
derive - v (from) происходить, вести свое происхождение (*от*); наследовать
destroy - v разрушать; уничтожать; **destructive** *a* разрушительный
dissolve v растворять
expose - v выходить (*на поверхность*); обнажаться; **exposure** - *n* обнажение
external - *a* внешний
extrusive - *a* эффузивный, излившийся (*о горной породе*)
force - v заставлять, принуждать; ускорять движение; *n* сила; усилие
glacier - *n* ледник, глетчер
grain - *n* зерно; **angular grains** - угловатые зерна (*минералов*); **grained** - *a* зернистый
gravel - *n* гравий, крупный песок
internal - *a* внутренний
intrusive - *a* интрузивный, плутонический
iron - *n* железо
layer - *n* пласт
like - *a* похожий, подобный; *syn* **similar**; *ant* **unlike**; *adv* подобно
lime - *n* известь; **limestone** - *n* известняк
loose - *a* несвязанный, свободный; рыхлый
make up - v составлять; *n* состав (*вещества*)
particle - *n* частица; включение
peat - *n* торф; торфяник
represent - v представлять собою; означать; быть представителем; **representative** - представитель; **representative** - *a* характерный, типичный
rock – *n* горная порода; **igneous** - изверженная порода; **sedimentary** - осадочная порода
sand - *n* песок
sandstone - *n* песчаник; **fine-grained (medium-grained, coarse-grained)** - мелкозернистый (среднезернистый, грубозернистый) песчаник
sediment - *n* отложение; осадочная порода; **sedimentary** - *a* осадочный; **sedimentation** - *n* образование осадочных пород
schist - *n* (*кристаллический*) сланец; **schistose** - *a* сланцеватый, слоистый
shale - *n* сланец, сланцевая глина, глинистый сланец; **clay** - глинистый сланец;
combustible ... , oil ... - горючий сланец
siltstone - *n* алевроит
stratification - *n* напластование, залегание
stratify - v напластовываться; отлагаться пластами; **stratified** *a* пластовый; *syn* **layered, bedded**
substance - *n* вещество, материал; сущность
thickness - *n* толщина, мощность
value - *n* ценность; важность; величина; значение; **valuable** - *a* ценный (*о руде*)
vary - v изменять(ся); отличать(ся); *syn* **differ, change (from)**; **variable** - *a* переменный; непостоянный; **various** *a* различный; *syn* **different**

contain - *v* содержать (*в себе*), вмещать

crack - *n* трещина; щель; *v* давать трещину; трескаться, раскалываться

contract - *v* сжиматься; сокращаться

dust - *n* пыль

expand - *v* расширяться; увеличивать(ся) в объеме; **expansion** *n* расширение; *ant*

contract

fissure - *n* трещина (*в породе, угле*); расщелина; щель

fracture - *n* трещина; излом; разрыв; *v* ломать(ся); раздроблять (*породу*)

freeze - *v* замерзать; замораживать; застывать

gradual - *a* постепенный; **gradually** *adv* постепенно

hard - *a* твердый, жесткий; *ant* **soft**; тяжелый (*о работе*); *adv* сильно, упорно; **hardly** *adv*

едва, с трудом

hole - *n* отверстие; скважина; шпур; шурф

influence - *n* влияние; *v* (**on, upon**) влиять (*не что-л.*)

lateral - *a* боковой

occur - *v* залегать; случаться; происходить; *syn* **take place, happen; occurrence** - *n*

залегание; **mode of occurrence** - условия залегания

penetrate - *v* проникать (*внутрь*), проходить через (*что-л.*)

phenomenon - *n* явление; *pl* **phenomena**

pressure - *n* давление; **lateral pressure** боковое (*горизонтальное*) давление; **rock pressure**

горное давление, давление породы

rate - *n* степень, темп; скорость, норма; производительность; сорт; *syn* **speed, velocity**

refer - *v* (to) ссылаться (*на что-л.*); относиться (*к периоду, классу*)

resist - *v* сопротивляться; противостоять; противодействовать; **resistance** - *n* сопротивление; **resistant** - *a* стойкий; прочный; сопротивляющийся

size - *n* размер; величина; класс (*угля*)

solution - *n* раствор; **soluble** - *a* растворимый; **solvent** - растворитель; *a* растворяющий

succession - *n* последовательность, непрерывный ряд; **in succession** последовательно

undergo (*underwent, undergone*) - *v* испытывать (*что-л.*), подвергаться (*чему-л.*)

uniform - *a* однородный; одинаковый

weathering - *n* выветривание; эрозия (*воздействию, влиянию и т.д.*)

to be subjected to подвергаться

Rocks of Earth's Crust

abyssal - *a* абиссальный, глубинный; **hypabissal** - *a* гипабиссальный

adjacent - *a* смежный, примыкающий

ash - *n* зола

belt - *n* пояс; лента; ремень

body - *n* тело, вещество; **solid (liquid, gaseous) bodies** твердые (жидкие, газообразные) вещества; породная масса; массив; месторождение; пласты

common - *a* обычный; общий; *syn* **general**; *ant* **uncommon**

cool - *v* охлаждать(ся); остывать; прохладный; *ant* **heat** нагревать(ся)

dimension - *n* измерение; *pl* размеры; величина; *syn* **measurement, size**

dust - *n* пыль

dyke - *n* дайка

extrusion - *n* вытеснение; выталкивание; *ant* **intrusion** вторжение; *геол.* интрузия (*внедрение в породу изверженной массы*)

fine - *a* тонкий, мелкий; мелкозернистый; высококачественный; тонкий; прекрасный, ясный (*о погоде*); изящный; **fine-graded (fine-grained)** мелкозернистый, тонкозернистый; **finer** - *n* *pl* мелочь; мелкий уголь

flow - *v* течь; литься; *n* течение; поток; **flow of lava** поток лавы

fragmentary - *a* обломочный, пластический

glass - *n* стекло; **glassy** - *a* гладкий, зеркальный; стеклянный

gold - *n* золото

inclined - *a* наклонный

mica - *n* слюда

permit - *v* позволять, разрешать; *syn* **allow, let; make possible**

probably - *adv* вероятно; *syn* **perhaps, maybe**

shallow - *a* мелкий; поверхностный; *ant* **deep** глубокий

sill - *n* sill, пластовая интрузия

stock - *n* штوك, небольшой батолит

vein - *n* жила, прожилок, пропласток

band - *n* слой; полоса; прослойка (*породы*); *syn* **layer**

cleave - *v* расщепляться; трескаться, отделяться по кливажу; **cleavage** *n* кливаж

constituent - *n* составная часть, компонент

define - *v* определять, давать определение

distribute - *v* (**among**) распределять (между); раздавать;

disturb - *v* нарушать; смещать

excess - *n* избыток, излишек; *ant* **deficiency**

flaky - *a* слоистый; похожий на хлопья

fluid - *n* жидкость; жидкая или газообразная среда

foliate - *v* расщепляться на тонкие слои; **foliated** - *a* листоватый, тонкослоистый; *syn* **flaky**

marble - *n* мрамор

mention - *v* упоминать, ссылаться; *n* упоминание

plate - *n* пластина; полоса (*металла*)

pressure - *n* давление; **rock pressure (underground pressure)** горное давление, давление горных пород

relate - *v* относиться; иметь отношение; **related** *a* родственный; **relation** - *n* отношение;

relationship - *n* родство; свойство; **relative** - *a* относительный; соответственный

run (ran, run) - *v* бегать, двигаться; течь; работать (о *машине*); тянуться, простираться; управлять (*машинной*); вести (*дело, предприятие*)

schistose - *a* сланцеватый; слоистый

sheet - *n* полоса

slate - *n* сланец; *syn* **shale**

split (split) - *v* раскалываться, расщепляться, трескаться; *syn* **cleave**

trace - *n* след; **tracing** - *n* прослеживание

at least по крайней мере

to give an opportunity (of) давать возможность (*кому-л., чему-л.*)

in such a way таким образом

Fossil Fuels

accumulate - *v* накапливать; скопляться

ancient - *a* древний, старинный; *ant* **modern**

associate - *v* связывать, соединять, ассоциироваться; *syn* **connect, link**

burn (burnt) - *v* сжигать; гореть; жечь

charcoal - *n* древесный уголь

convenient - *a* удобный, подходящий

crude - *a* сырой, неочищенный

dig (dug) - *v* добывать; копать; **digger** - *n* угольный экскаватор; землеройная машина

divide - *v* делить; (*from*) отделять; разделять

evidence - *n* доказательство; очевидность; признак(и)

fossil - *a* окаменелый, ископаемый; *n* ископаемое (*органического происхождения*); окаменелость

heat - *v* нагревать; *n* теплота

liquid - *a* жидкий; *n* жидкость; *ant* **solid**

manufacture - *v* изготавливать, производить; *syn* **produce**
mudstone - *n* аргиллит
purpose - *n* цель; намерение; *syn* **aim, goal**
shale - *n* глинистый сланец
the former ... the latter - первый (*из вышеупомянутых*) последний (*из двух названных*)
bench - *n* слой, пачка (*пласта*)
blend - *v* смешивать(ся); вклинивать(ся)
combustion - *n* горение, сгорание; **spontaneous combustion** самовоспламенение, самовозгорание
continuity - *n* непрерывность, неразрывность
domestic - *a* внутренний; отечественный
estimate - *v* оценивать; *n* оценка; смета
fault - *n* разлом, сдвиг (*породы*); сброс; **faulting** *n* образование разрывов или сбросов
fold - *n* изгиб, складка, флексура; **folding** - *n* складчатость, смещение (*пласта*) без разрыва
inflare - *v* воспламеняться; загорать(ся); **inflammable** - *a* воспламеняющийся, горючий, огнеопасный; **flame** - *n* пламя
intermediate - *a* промежуточный; вспомогательный
liable - *a* (to) подверженный; подлежащий (*чему-л.*)
luster - *n* блеск (*угля, металла*); **lustrous** - *a* блестящий
matter - *n* вещество; материя
moisture - *n* влажность, сырость; влага
parting - *n* прослойка
plane - *n* плоскость; **bedding plane** плоскость напластования
rank - *n* класс, тип; **coal rank** группа угля, тип угля
regular - *a* правильный; непрерывный; *ant* **irregular** неправильный; неравномерный;
regularity *n* непрерывность; правильность
similar - *a* похожий, сходный; подобный; *syn* **alike, the same as**
smelt - *v* плавить (*руды*); выплавлять (*металл*)
store - *v* запасать, хранить на складе; вмещать
strata - *n pl* *от stratum* пласты породы; свита (*пластов*); формация, напластования породы; *syn* **measures**
thickness - *n* мощность (*пласта, жилы*)
uniform - *a* однородный; равномерный; **uniformity** *n* однородность; единообразие
utilize - *v* использовать; *syn* **use, apply, employ**
volatile - *a* летучий, быстро испаряющийся

Prospecting and Exploration

aerial - *a* воздушный; надземный
certain - *a* определенный; некоторый; **certainly** *adv* конечно
cost - (*cost*) *v* стоить; *n* цена; стоимость
crop - *v* (out) обнажать(ся), выходить на поверхность (*о пласте, породе*); *syn* **expose**; засеивать, собирать урожай
dredging - *n* выемка грунта; драгирование
drill - *v* бурить, сверлить; *n* бурение, сверление; бурильный молоток; **drilling** - *n* бурение, сверление; **core-drilling** колонковое (керновое) бурение
drive (drore, driven) - *v* проходить (*горизонтальную выработку*); приводить в движение; управлять (*машиной*); *n* горизонтальная выработка; привод; передача
evidence - *n* основание; признак(и); свидетельства
expect - *v* ожидать; рассчитывать; думать; предлагать

explore - *v* разведывать месторождение полезного ископаемого с попутной добычей;
exploratory - *a* разведочный; **exploration** - *n* детальная разведка; разведочные горные работы по месторождению

galena - *n* галенит, свинцовый блеск

indicate - *v* указывать, показывать; служить признаком; означать

lead - *n* свинец

look for - *v* искать

open up - *v* вскрывать (*месторождение*); нарезать (*новую лаву, забой*); **opening** - *n* горная выработка; подготовительная выработка; вскрытие месторождения

panning - *n* промывка (*золотоносного песка в лотке*)

processing - *n* обработка; - **industry** обрабатывающая промышленность

prove - *v* разведывать (*характер месторождения или залегания*); доказывать; испытывать, пробовать; **proved** - *a* разведанный, достоверный; **proving** - *n* опробование, предварительная разведка

search - *v* исследовать; (*for*) искать (*месторождение*); *n* поиск; *syn* **prospecting**

sign - *n* знак, символ; признак, примета

store - *v* хранить, накапливать (*о запасах*)

work - *v* работать; вынимать, извлекать (*уголь, руду*); вырабатывать; **workable** - *a* подходящий для работы, пригодный для разработки, рабочий (*о пласте*); рентабельный; **working** - *n* разработка, горная выработка

adit - *n* горизонтальная подземная выработка, штольня

angle - *n* угол

approximate - *a* приблизительный

bit - *n* режущий инструмент; буровая коронка, коронка для алмазного бурения; головка бура, сверло; **carbide bit** армированная коронка, армированный бур; **diamond bit** - алмазная буровая коронка

borehole - *n* скважина, буровая скважина

crosscut - *n* квершлаг

dip - *n* падение (*залежи*); уклон, откос; *v* падать

enable - *v* давать возможность или право (*что-л. сделать*)

exploit - *v* разрабатывать (*месторождение*); эксплуатировать; **exploitation** - *n* разработка; эксплуатация

measure - *n* мера; мерка; критерий; степень; *pl* свита, пласты; *v* измерять

overburden - *n* покрывающие породы, перекрывающие породы; верхние отложения, наносы; вскрыша

pit - *n* шахта; карьер, разрез; шурф

reliable - *a* надежный; достоверный

rig - *n* буровой станок, буровая вышка; буровая каретка; буровое оборудование

sample - *n* образец; проба; *v* отбирать образцы; опробовать, испытывать

section - *n* участок, секция, отделение, отрезок, разрез, профиль, поперечное сечение;

geological ~ геологический разрез (*пород*)

sequence - *n* последовательность; порядок следования; ряд

sink (sank, sunk) - *v* проходить (*шахтный ствол, вертикальную выработку*); углублять; погружать; опускать; **sinking** - *n* проходка (*вертикальных или наклонных выработок*); **shaft sinking** - проходка ствола

slope - *n* наклон; склон; бремсберг; уклон; *v* клониться, иметь наклон; **sloping** - *a* наклонный; **gently sloping** - с небольшим наклоном

steep - *a* крутой, крутопадающий, наклонный

strike - *n* *зд.* простирание; *v* простираться; **across the strike** - вкрест простирания; **along (on) the strike** по простиранию

trench - *n* траншея, канава; котлован; *v* копать, рыть, шурфовать

to make use (of) использовать, применять

to take into consideration принимать во внимание; **syn take into account**

General Information on Mining

access - *n* доступ

affect - *v* воздействовать (*на что-л.*); влиять; **syn influence**

barren - *a* непродуктивный; пустой (*о породе*)

chute - *n* скат, спуск; углеспускная выработка; жёлоб

compare - *v* (with) сравнивать, проводить параллель

contribute - *v* способствовать, содействовать; делать вклад (*в науку*); **make a (one's) ~ to**

smth. сделать вклад во что-л.

cross-section - *n* поперечное сечение, поперечный разрез, профиль

develop - *v* разрабатывать (*месторождение*); развивать (*добычу*); производить подготовительные работы; **development** - *n* подготовительные работы; развитие добычи; развитие

drift - *n* штрек, горизонтальная выработка

ensure - *v* обеспечивать, гарантировать; **syn guarantee**

face - *n* забой; лава

floor - *n* почва горной выработки, почва пласта (жила); **quarry** ~ подошва карьера; пол, настил

govern - *v* править, управлять; руководить; определять, обуславливать

inclination - *n* уклон, скат, наклон (*пластов*); наклонение; **seam** ~ падение (*пласта*); наклон (*пласта*)

incline - *n* уклон, бремсберг, скат; наклонный ствол; **gravity** ~ бремсберг

inclined - *a* наклонный; **flatly** ~ слабо наклонный; **gently** ~ наклонного падения; **medium** ~ умеренно наклонный (*о пластах*); **steeply** ~ крутопадающий

level - *n* этаж, горизонт, горизонтальная горная выработка; штольня; уровень (*инструмент*); нивелир; ватерпас; горизонтальная поверхность

recover - *v* извлекать (*целики*); выбирать, очищать; добывать (*уголь и т.п.*); восстанавливать

remove - *v* удалять; убирать; устранять; перемещать; **removal** - *n* вскрыша; выемка; уборка (*породы*); извлечение (*креп*); перемещение; **overburden** - удаление вскрыши

rib - *n* ребро; выступ; узкий целик, предохранительный целик; грудь забоя

roof - *n* крыша; кровля выработки; кровля пласта (*или жилы*); перекрытие; ~ **support** - крепление кровли

shaft - *n* шахтный ствол; **auxiliary** ~ вспомогательный ствол; **hoisting** ~ подъемный ствол; главный шахтный ствол

tabular - *a* пластовый (*о месторождении*); пластообразный; плоский; линзообразный; **syn bedded, layered**

waste - *n* пустая порода; отходы; **syn barren rock**

well - *n* буровая скважина; колодец, источник; водоем; зумф

capital investment - капитальные вложения

gate road - промежуточный штрек

in bulk - навалом, в виде крупных кусков

metal-bearing - содержащий металл

production face/working - очистной забой

productive mining - эксплуатационные работы

in view of - ввиду чего-л., принимая во внимание что-л.

with a view to - с целью

advantage - *n* преимущество; превосходство; выгода; польза; **advantageous** - *a* выгодный; благоприятный, полезный; **to take advantage of smth** воспользоваться чем-л.

caving - *n* обрушение (*кровли*); разработка с обрушением

deliver - *v* доставлять, подавать; питать; нагнетать; произносить (*речь*); читать (*лекцию*)

entry - *n* штрек; выработка горизонтальная; *pl* подготовительные выработки; нарезные выработки; штреки

giant - *n* гидромонитор

gravity - *n* сила тяжести; вес, тяжесть; **by** ~ самотеком, под действием собственного веса

haul - *v* доставлять; откатывать; подкатывать; перевозить; **haulage** - *n* откатка; доставка; транспортировка (*по горизонтали*)

longwall - *n* лава; выемка лавами; сплошной забой, сплошная или столбовая система разработки; *syn* **continuous mining**; ~ **advancing on the strike** выемка лавами прямым ходом по простиранию; сплошная система разработки по простиранию; ~ **advancing to the rise** сплошная система разработки с выемкой по восстанию; ~ **to the dip** сплошная система разработки с выемкой по падению; ~ **retreating** выемка лавами обратным ходом; столбовая система разработки лавами

lose (lost) - *v* терять; **loss** - *n* потеря, убыток

pillar - *n* целик; столб; **shaft** ~ околоствольный целик; ~ **method** столбовая система разработки; ~ **mining** выемка целиков

predominate - *v* преобладать, превалировать; превосходить; господствовать, доминировать

protect - *v* охранять, защищать

reach - *v* простираться, доходить до; добиваться, достигать

satisfy - *v* удовлетворять(ся)

shield - *n* щит; ~ **method** щитовой метод проходки, щитовой способ

room - *n* камера; очистная камера; **room-and-pillar method** камерно-столбовая система разработки

stowing - *n* закладка (*выработанного пространства*)

method of working система разработки

the sequence of working the seams - последовательность отработки пластов

goaf — завал; обрушенное пространство

double-ended drum bearer — комбайн с двойным барабаном

to identify — опознавать

appraisal — оценка

susceptibility — чувствительность

concealed — скрытый, не выходящий на поверхность

crusher — дробилка

concentration — обогащение

blending — смешивание; составление шихты

screen — сортировать (обыден. уголь); просеивать

froth floatation — пенная флотация

core drilling — колонковое бурение

to delineate — обрисовывать, описывать

lender — заимодавец

feasibility — возможность

in situ mining — повторная разработка месторождения в массиве

screening — просеивание; грохочение

processing — обработка, разделение минералов

Mining and Environment

break *v* (**broke, broken**) отбивать (*уголь или породу*), обрушивать кровлю; разбивать; ломать; *л* отбойка, обрушение; **break out** отбивать, производить выемку

(*руды или породы*); расширять забой; **breakage** *л* разрыхление, дробление

drill - *n* бур; перфоратор; бурильный молоток; сверло; *v* бурить; *car* ~ буровая тележка;

mounted ~ перфоратор на колонке; колонковый бурильный молоток; **drilling** - *n* бурение

dump - *n* отвал (*породы*); склад угля; опрокид; **external** ~ внешний отвал; **internal** ~ внутренний отвал; *v* сваливать (*в отвал*); разгружать; отваливать; опрокидывать (*вагонетку*);

dumper опрокид; самосвал; отвалообразователь; **dumping** л опрокидывание; опорожнение; опрокид; *syn* **tip**

environment - *n* окружение; окружающая обстановка/среда

explode - *v* взрывать, подрывать; **explosion** - *n* взрыв; **explosive** - *n* взрывчатое вещество; *a* взрывчатый

friable - *a* рыхлый; хрупкий; рассыпчатый; слабый (о *кровле*)

handle - *v* перегружать; доставлять; транспортировать; управлять машиной; *n* ручка; рукоять; скоба; **handling** - *n* подача; погрузка; перекидка, доставка; транспортировка; обращение с машиной

heap - *v* наваливать; нагребать; *n* породный отвал, терриконик; *syn* **spoil** ~, **waste** ~

hydraulicking - *n* гидродобыча; гидромеханизированная разработка

load - *v* нагружать, грузить, наваливать; *n* груз; нагрузка; **loader** - *n* погрузочная машина, навалочная машина, перегружатель; грузчик; **cutter-loader** - комбайн, комбинированная горная машина

lorry - *n* грузовик; платформа; *syn* **truck**

mention - *v* упоминать

overcasting - *n* перелопачивание (*породы*)

pump - *n* насос; **gravel** ~ песковый насос; **sludge** ~ шламовый насос; *v* качать; накачивать; откачивать

reclamation - *n* восстановление; осушение; извлечение крепи; ~ **of land** восстановление участка (*после открытых работ*)

sidecasting - *n* внешнее отвалообразование

site - *n* участок, место; **building** ~ строительная площадка

slice - *n* слой; **slicing** - *n* выемка слоями, разработка слоями

strip - *v* производить вскрышные работы; разрабатывать; очищать (*лаву*); вынимать породу или руду; *n* полоса; **stripper** - *n* забойщик; вскрышной экскаватор; **stripping** - *n* открытая разработка, открытые горные работы; вскрыша; вскрытие наносов

unit - *n* агрегат; установка; устройство; прибор; узел; секция; деталь; машина; механизм; единица измерения; участок

washery - *n* углемойка; рудомойка; моечный цех

to attract smb's attention привлекать чье-л. внимание

backhoe - *n* обратная лопата

blast - *n* взрыв; *v* взрывать; дуть; продувать; **blasting** - *n* взрывание; взрывные работы; взрывная отбойка

block out - *v* нарезать залежь на блоки; нарезать столбы

clearing - *n* выравнивание почвы; планировка грунта

crash - *v* дробить; разрушать; обрушаться

earth-mover - *n* землеройное оборудование; *syn* **excavator**

excavator - *n* экскаватор; **bucket-wheel** - роторный экскаватор; **multi-bucket** ~ многочерпаковый экскаватор; **single-bucket** - одночерпаковый экскаватор

grab - *n* грейфер, ковш, черпак; экскаватор; *v* захватывать;

grabbing - погрузка грейфером; захватывание

hoist - *n* подъемная установка (машина); подъемник; лебедка; *v* поднимать; **hoisting** шахтный подъем

plough - *n* струг

power shovel - *n* механическая лопата; экскаватор типа механической лопаты

range - *n* колебание в определенных пределах

rate - *n* норма; скорость, темп; коэффициент; степень; разрез; сорт; мощность; расход (*воды*)

remote - *a* отдаленный; ~ **control** дистанционное управление

result - *v* (in) приводить (к); иметь своим результатом; (from) следовать (из), происходить в результате

safety - *n* безопасность; техника безопасности

slope - *n* забой, сплошной забой, очистной забой; *v* очищать забой, вынимать породу, уголь; *syn* **face**; **sloping** очистные работы; очистная выемка; **open sloping** выемка с открытым забоем; **shrinkage sloping** выемка системой с магазинированием (*руды*)

support - *v* крепить; поддерживать; подпирать; *n* стойка; опора; поддержание; крепление; *syn* **timbering**; **powered roof** - механизированная крепь; **self-advancing powered roof** - передвижная механизированная крепь

1.4 Самостоятельное изучение тем курса (для заочной формы обучения)

Самостоятельное изучение тем курса предполагает изучение тем практических занятий, представленных в разделе 1, 2, 3 данных методических указаний студентами заочной формы обучения в межсессионный период.

1.5 Подготовка к контрольной работе и 1.6 Написание контрольной работы

Для выполнения контрольной работы студентами кафедрой подготовлены *Методические рекомендации и задания к контрольной работе для студентов данной специальности.*

II. Другие виды самостоятельной работы

2.1 Выполнение самостоятельного письменного домашнего задания (Подготовка к ролевой игре, к практико-ориентированным заданиям, опросу)

2.1.1 Подготовка к ролевой игре

Студенты получают ролевые карточки. Им необходимо обдумать свою роль, стратегию своей роли, вопросы и ответы.

Role card 1

Sasha

The worst thing about your house is lack of privacy. You share your room with a younger sister. You think she goes through all your stuff. She asks you embarrassing questions about boys, makes little nasty comments about you.

Your parents treat you like a baby. Your father is too much interested in your studying and homework. Your mother makes you do the work about the house alone. You are going to leave home as soon as you are old enough.

- Collect all the arguments to explain your attitude to your family.
- Listen to what the members of your family are saying.
- Don't interrupt them.
- Don't forget that both parents and children are to blame in conflict situations.
- Be polite and friendly

Role card 2

Mother

Your daughter has written a letter of complaint to the youth magazine. She is not satisfied with your attitude to her. You have read this letter. You are worried about the situation in the family and have decided to discuss the problems with a family therapist.

- Say why you have invited the therapist
- Try to explain Sasha's attitude to you and the whole family.
- Think of your questions to Sasha
- Be objective to her problems – you might have never taken them seriously!
- Try to analyse the situation, don't criticize Sasha

- Follow the therapist's advice
- Be polite and friendly

Role card 3

Father

Your daughter is complaining that you treat her like a baby. You don't let her out at night during the week. You always ask her about the boys. You don't believe her when she says she doesn't have any homework to do. Your wife has invited a family therapist to discuss the problems of your family.

- Say what your attitude to the problem is
- Try to explain Sasha's attitude to you and the whole family.
- Think of your questions to Sasha
- Be objective to her problems – you might have never taken them seriously!
- Try to analyse the situation, don't criticize Sasha
- Follow the therapist's advice
- Be polite and friendly

Role card 4

Sister

Sasha is complaining that you don't help her with the work about the house. She also says that she can't keep anything secret in her room, you go through all her stuff. She is irritated by your behaviour. She is going to leave your home as soon as she is old enough.

- Say what your attitude to the problem is
- Try to explain Sasha's attitude to you and the whole family.
- Think of your questions to Sasha
- Be objective to her problems – you might have never taken them seriously!
- Try to analyse the situation, don't criticize Sasha
- Follow the therapist's advice
- Be polite and friendly

Role card 5

Family therapist

- Encourage all the members of the family to speak
- Take notes
- Ask questions
- Summarize what you have heard from all the members of the family
- Try to analyse the situation in a short report

2.1.2 Подготовка к практико-ориентированному заданию

Подготовьте устные высказывания по темам:

1. From the history of the Ural State Mining University.
2. Faculties and specialties of the University.
3. The layout of the Ural State Mining University.
4. Student's academic work.

Подготовьте письменные ответы на вопросы:

1. Where do you study?
2. What faculty do you study at?
3. How many faculties are there at the Ural State Mining University?
4. What year are you in?
5. What is your future specialty?
6. What specialties are there at your faculty?
7. When did you enter the University?

8. When was the Sverdlovsk Mining Institute founded?
9. When was it reorganized into the University?
10. In how many buildings is the Ural State Mining University housed?
11. In what building is your faculty housed?
12. Who is the dean of your faculty?
13. What books do you take from the library?
14. Where do you live?
15. Where do you usually have your meals?
16. How long does the course of studies for a bachelor's degree last?
17. How long do the students study for a Diplomat Engineer's course and a Magister's degree?
18. What subjects do you study this term?
19. What lectures and practical classes do you like to attend?
20. Where do the students have their practical work?
21. When do the students present their graduation papers for approval?
22. What graduates can enter the post-graduate courses?
23. What kind of sport do you like?
24. Where do you go in for sports?

2.1.3 Подготовка к опросу

Ответьте на вопросы на иностранном языке:

1. What specialities does the geological faculty train geologic engineers in?
2. What problems does Geology study?
3. What branches is Geology divided into?
4. What does Economic Geology deal with?
5. What does mineralogy investigate?
6. What does paleontology deal with?
7. What is the practical importance of Geology?
8. Where do graduates of the geological faculty of the Mining University work?
9. What is your future speciality?
10. What kind of work do geologists-prospectors conduct?
11. What do geologists explore during the early stages of geological exploration?
12. What work do geologists conduct while working in the field?
13. When do geologists start exploratory work?
14. What is the purpose of the exploratory work?
15. How is exploratory work conducted?
16. What contribution do geologists make to the development of the National Economy of our country?
17. What does hydrogeology deal with?
18. Where are ground waters used?
19. Where is thermal (hot) water used?
20. What must hydrogeologists do with ground waters which complicate construction work or mineral extraction?

2.2 Дополнительное чтение профессионально ориентированных текстов и выполнение заданий на проверку понимания прочитанного (по 2 текста на тему)

Text 1: A.M. Terpigorev (1873-1959)

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

to defend graduation paper (thesis) - защищать дипломную работу (диссертацию)

to pass an entrance examination - сдать вступительный экзамен

to get a higher education - получить высшее образование

to do one's best (one's utmost, all one can, everything in one's power) - сделать все

возможное, не жалеть сил

to make contribution (to) - вносить вклад в (*науку, технику* и т.д.)

choose (chose, chosen) - *v* выбирать; **choice** - *n* выбор

collect - *v* собирать, коллекционировать

dangerous - *a* опасный

deposit - *n* месторождение, залежь; **bedded deposits** - пластовые месторождения

describe - *v* описывать, изображать; **description** - *n* описание; **descriptive** - *a* описательный

facility - *n* (*pl facilities*) средства; возможности; оборудование; устройства

fire damp - *n* рудничный газ, метан

harm - *n* вред; *v* вредить; **harmful** - *a* вредный

relate - *v* относиться, иметь отношение

safety - *n* безопасность; **mine safety** безопасность труда при горных работах; техника безопасности; **safety measures** меры безопасности; **safe** - *a* безопасный; надежный

seam - *n* пласт (*угля*); *syn bed, layer*; **flat seam** горизонтальный, пологопадающий пласт;

inclined seam наклонный пласт; **steep seam** крутопадающий пласт; **thick seam** мощный пласт; **thin seam** тонкий пласт

state - *n* состояние; государство; штат; *a* государственный; *v* заявлять; констатировать; излагать

success - *v* успех; удача; **be a success** иметь успех; **successful** *a* успешный

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

Academician A.M. Terpigorev is a well-known mining engineer who successfully combined his practical experience with scientific research. He was born in 1873 in Tambov. In 1892 he finished school with honours¹ and decided to get a higher education. He chose the Mining Institute in St. Petersburg, passed all the entrance examinations successfully and became a student of the Mining Institute.

At the Institute he studied the full range of subjects² relating to metallurgy, mining and mining mechanics.

At that time students' specialization was based on descriptive courses and elementary practical training. One of the best lecturers was A. P. Karpinsky. His lectures on historical geology were very popular.

During his practical training Terpigorev visited mines and saw that the miners' work was very difficult. While he was working in the Donbas he collected material for his graduation paper which he soon defended. The Mining of flat seams in the Donbas was carefully studied and described in it.

In 1897 Terpigorev graduated from the Institute with a first-class diploma of a mining engineer.

His first job as a mining engineer was at the Sulim mines where he worked for more than three years first as Assistant Manager and later as Manager.

From 1900 till 1922 Terpigorev worked at the Yekaterinoslav Mining Institute (now the Mining Institute in Dnepropetrovsk).

In 1922 he accepted an offer to take charge of the mining chair at the Moscow Mining Academy and moved to Moscow. From 1930 he headed the chairs⁵ of Mining Transport and Mining of Bedded Deposits at the Moscow Mining Institute.

Academician Terpigorev took a particular interest in mine safety. As a result of his investigations a series of safety measures in gassy collieries was worked out. For some time he was working on the problem of fire damp, the most harmful and dangerous of all the gases in mines.

His two-volume work Coal Mining and Mine Transport Facilities is a full description of the state of mechanization and the economy of the Donbas. His other works are about mining transport facilities, mechanization of coal mining and mining machinery. He is one of the pioneers in scientific methods of coal gasification.

1. Укажите, какие предложения соответствуют содержанию текста. Подтвердите свои ответы фактами из текста.

1. After school Terpigorev decided to work in a mine.
2. Terpigorev collected material for his graduation paper which dealt with mining thick seams in the Donbas.
3. For more than three years Terpigorev worked at the Sulin mines.
4. In 1922 Terpigorev accepted an offer to take charge of the mining chair at the Moscow Mining Institute.

5. He investigated the problems of mine safety.
6. He was one of the first to work on the problem of gasification of coal.

2. Ответьте на следующие вопросы:

1. When and where was Terpigorev born?
2. What institute did he graduate from?
3. What material did he collect while he was working in the Donbas?
4. Where did Terpigorev work from 1900 till 1922?
5. At what institute did Terpigorev head the chair of Mining Bedded Deposits?
6. What did Terpigorev take a particular interest in?
7. What works by Terpigorev do you know?
8. What problems do Terpigorev's works deal with?
9. What was the result of his investigations on mine safety?

3. Переведите следующие сочетания слов.

- а) охрана труда в шахтах
- б) подтверждать
- в) добыча угля
- г) эксплуатация месторождений
- д) метан
- е) принять предложение
- ж) выполнить задачу, задание
- з) горизонтальный пласт
- и) собирать материал
1. поступить в институт
2. решать важные проблемы
3. выдающиеся исследователи
4. успешно провести эксперименты
5. выбрать профессию
6. описательный курс
7. происхождение железной руды
8. начальник шахты
9. мероприятия по охране труда

Text 2: A.P. Karpinsky (1847-1936)

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

abroad - adv за рубежом

confirm - v подтверждать; утверждать

consider - v считать, полагать, рассматривать

contribute - v вносить вклад; **contribution** вклад

crust - n земная кора

detailed - a подробный, детальный

elect - v избирать, выбирать (*голосованием*); назначать (*на должность*)

embrace - v охватывать; обнимать

entire - a весь, целый; полный; *syn whole*

exist - v существовать, быть, жить

foreign - a иностранный

former - a прежний

investigate - *v* исследовать; изучать

prominent - *a* знаменитый, выдающийся, известный; *syn* **remarkable, outstanding**

regularity - *n* закономерность

significant - *a* значительный; **significance** - *n* значение, важность; **exhaust the significance**

исчерпывать значение

society – *n* общество

staff - *n* персонал; личный состав; штат

various - *a* различный, разный, разнообразный

to advance the view - высказывать мнение (*точку зрения*)

to be interested in - быть заинтересованным (*чём-л.*), интересоваться

to take (an) interest in - заинтересоваться (*чём-л.*)

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

V.A. Obruchev, I.M. Gubkin, A.Y. Fersman, V.I. Vernadsky and A. P. Karpinsky were the prominent Russian scientists who laid the foundation¹ of the Russian school of geology and mining.

An entire epoch in the history of Russian geology is connected with Karpinsky's name. One of the greatest Russian geologists, he was a member and for some time President of the Academy of Sciences of the former USSR and a member of several Academies abroad. The Geological Society of London elected him a foreign member in 1901. His greatest contribution to geology was a new detailed geological map of the European part of Russia and the Urals.

For many years he headed the Russian Geological Committee the staff of which was made up of his pupils. He was one of those geologists who embraced the whole of geological science. He created the new stratigraphy of Russia. He studied the geological systems in various regions of the country and was the first to establish³ the regularity of the Earth's crust movement. His paleontological studies are of no less importance, especially those on palaeozoic ammonoids. He also took an interest in deposits of useful minerals and gave a classification of volcanic rocks. He advanced the view that petroleum deposits existed in Russian, which was confirmed later. He studied some ore and platinum deposits and may be justly considered⁵ the founder of practical geology of the Urals. He was the first Russian scientist who introduced microscope in the study of petrographic slides.

Karpinsky was a prominent scientist, an excellent man and citizen. He was one of the best lecturers at the Mining Institute in his time. He was also one of the greatest Russian scientists who later became the first elected President of the Academy of Sciences of the USSR. Students were attracted to him not only because he was a great scientist but also because of his charming personality and gentle manner.

Every geologist and every geology student knows very well Karpinsky's most significant work An Outline of the Physical and Geographical Conditions in European Russia in Past Geological Periods.

1. Укажите, какие предложения соответствуют содержанию текста. Подтвердите свои ответы фактами из текста.

1. Karpinsky was the first President of the Academy of Sciences.
2. He worked at the Mining Institute in St.Petersburg.
3. Karpinsky was a member of many Academies abroad.
4. Karpinsky made up a detailed map of the Asian part of our country.
5. He headed the Russian Geological Committee.
6. Karpinsky created a new branch of geology, namely stratigraphy.
7. He only tried to establish the regularity of the Earth's crust movement.
8. Karpinsky may be justly considered the founder of the practical geology of the Urals.

2. Ответьте на следующие вопросы:

1. What society elected Karpinsky a foreign member and when?
2. Did he head the Russian Geological Committee or was he a member of that Committee?

3. Did Karpinsky investigate various regions of the Russian territory?
4. Which of his works are the most remarkable?
5. What can you say about Karpinsky's investigations in petrology?

3. Переведите следующие сочетания слов.

- а) земная кора
- б) составить подробную карту
- в) замечательные работы
- г) выдающийся ученый
- д) залежи полезных ископаемых
- е) научное общество
- ж) избирать председателя (президента)
- з) заложить основы школы
- и) интересоваться геологией
- к) высказать точку зрения
- л) возглавлять комитет

Text 3: Sedimentary Rocks

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

cause - *v* заставлять; вызывать; влиять; причинять; *n* причина, основание; дело; общее дело; *syn* **reason**
clay - *n* глина; глинозем
consolidate - *v* твердеть, затвердевать, уплотнять(ся); укреплять; *syn* **solidify**
crust - *n* кора; *геол.* земная кора
decay - *v* гнить, разлагаться; *n* выветривание (*пород*); распад, разложение
derive - *v* (from) происходить, вести свое происхождение (*от*); наследовать
destroy - *v* разрушать; уничтожать; **destructive** *a* разрушительный
dissolve *v* растворять
expose - *v* выходить (*на поверхность*); обнажаться; **exposure** - *n* обнажение
external - *a* внешний
extrusive - *a* эффузивный, излившийся (*о горной породе*)
force - *v* заставлять, принуждать; ускорять движение; *n* сила; усилие
glacier - *n* ледник, глетчер
grain - *n* зерно; **angular grains** - угловатые зерна (*минералов*); **grained** - *a* зернистый
gravel - *n* гравий, крупный песок
internal - *a* внутренний
intrusive - *a* интрузивный, плутонический
iron - *n* железо
layer - *n* пласт
like - *a* похожий, подобный; *syn* **similar**; *ant* **unlike**; *adv* подобно
lime - *n* известь; **limestone** - *n* известняк
loose - *a* несвязанный, свободный; рыхлый
make up - *v* составлять; *n* состав (*вещества*)
particle - *n* частица; включение
peat - *n* торф; торфяник
represent - *v* представлять собою; означать; быть представителем; **representative** - представитель; **representative** - *a* характерный, типичный
rock - *n* горная порода; **igneous** - изверженная порода; **sedimentary** - осадочная порода
sand - *n* песок
sandstone - *n* песчаник; **fine-grained (medium-grained, coarse-grained)** - мелкозернистый (среднезернистый, грубозернистый) песчаник
sediment - *n* отложение; осадочная порода; **sedimentary** - *a* осадочный; **sedimentation** - *n* образование осадочных пород

schist - *n* (кристаллический) сланец; **schistose** - *a* сланцеватый, слоистый
shale - *n* сланец, сланцевая глина, глинистый сланец; **clay** - глинистый сланец; **combustible ...**,
oil ... - горючий сланец
siltstone - *n* алевроит
stratification - *n* напластование, залегание
stratify - *v* напластовываться; отлагаться пластами; **stratified** *a* пластовый; *syn* **layered, bedded**
substance - *n* вещество, материал; сущность
thickness - *n* толщина, мощность
value - *n* ценность; важность; величина; значение; **valuable** - *a* ценный (*о руде*)
vary - *v* изменять(ся); отличать(ся); *syn* **differ, change (from)**; **variable** - *a* переменный; непостоянный; **various** *a* различный; *syn* **different**

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

The rocks of the Earth's crust are divided into three main groups: sedimentary rocks, which consist of fragments or particles of pre-existing rocks; igneous rocks which have solidified from magma and metamorphic rocks. Metamorphic rocks have been derived from either igneous or sedimentary rocks.

Sedimentary rocks represent one of the three major groups of rocks that make up the crust of the Earth. Most sedimentary rocks have originated by sedimentation. They are layered or stratified. Thus, stratification is the most important characteristic of sediments and sedimentary rocks. It is necessary to note that the processes which lead to the formation of sedimentary rocks are going on around us.

Sediments are formed at or very near the surface of the Earth by the action of heat, water (rivers, glaciers, seas and lakes) and organisms.

It should be noted that 95 per cent of the Earth's crust is made up of igneous rocks and that only 5 per cent is sedimentary. In contrast, the amount of sedimentary rocks on the Earth's surface is three times that of igneous rocks.

Strictly speaking, sedimentary rocks form a very small proportion by volume of the rocks of the Earth's crust. On the contrary, about three quarters of the Earth's surface is occupied by sedimentary rocks. It means that most of sedimentary rocks are formed by sediments, accumulations of solid material on the Earth's surface.

The thickness of the layers of sedimentary rocks can vary greatly from place to place. They can be formed by the mechanical action of water, wind, frost and organic decay. Such sediments as gravel, sand and clay can be transformed into conglomerates, sandstones and clay schists as a result of the accumulation of materials achieved by the destructive mechanical action of water and wind.

Mechanical sediments can be unconsolidated and consolidated. For example, gravel, sand and clay form the group of unconsolidated mechanical sediments, because they consist of loose uncemented particles (grains).

On the Earth's surface we also find consolidated rocks, which are very similar to the loose sediments whose particles are firmly cemented to one another by some substance. The usual cementing substances are sand, clay, calcium carbonate and others. Thus sandstones are consolidated rocks composed of round or angular sand grains, more or less firmly consolidated. Like sand, sandstones can be divided into fine-grained, medium-grained and coarse-grained.

On the other hand, chemical sediments are the result of deposits or accumulations of substances achieved by the destructive chemical action of water. The minerals such as rock salt, gypsum and others are formed through sedimentation of mineral substances that are dissolved in water.

Sediments can also be formed by the decay of the remains of organisms, by the accumulation of plant relics.¹ They are called organic sediments. Limestones, peat, coal, mineral oil and other sediments may serve as an example of organic sediments.

The most principal kinds of sedimentary rocks are conglomerate, sandstone, siltstone, shale, limestone and dolomite. Many other kinds with large practical value include common salt, gypsum, phosphate, iron oxide and coal.

As is known, water, wind and organisms are called external forces, because their action depends on the energy which our planet receives from the Sun.

1). Укажите, какие предложения соответствуют содержанию текста.

Подтвердите свои ответы фактами из текста.

1. The rocks of the Earth's crust are divided into two main groups.
2. Igneous rocks are composed of particles of pre-existing rocks.
3. Sedimentary rocks are stratified.
4. Sediments are formed by the action of glaciers.
5. Igneous rocks make up 75 per cent of exposed rocks.
6. Conglomerates are formed as a result of the accumulation of materials caused by the destructive mechanical action of water.
7. Sandstones are consolidated rocks.
8. Clays are unconsolidated mechanical sediments.
9. Chemical sediments are formed by the destructive chemical action of water.
10. Peat and coal are the organic sediments which are of great practical value.
11. Clay schist was formed at the beginning of the sedimentation period and clay was formed later.

2). Ответьте на вопросы:

1. What main groups of rocks do you know?
2. Do sedimentary rocks consist of particles of pre-existing rocks?
3. How were igneous rocks formed?
4. Do you know how sedimentary rocks have originated?
5. What is the most important characteristic feature of sediments?
6. Do sedimentary rocks account for 10 per cent of the Earth's crust?
7. Is gravel consolidated mechanical sediment? And what about sand and clay?
8. What are cementing substances? Can calcium carbonate be used as a cementing substance?
9. Are there only fine-grained sandstones?
10. What can you say about chemical sediments?
11. Can you give an example of organic sediments? How are they formed?

3) Найдите в правой колонке английские эквиваленты следующих слов и сочетаний слов.

- | | |
|-------------------------|--------------------------------|
| 1. земная кора | а) sandstone |
| 2. растворяться в воде | б) fine-grained sand |
| 3. песчаник | в) the Earth's crust |
| 4. уплотненные осадки | г) exposed rocks |
| 5. изверженные породы | д) to dissolve in water |
| 6. мелкозернистый песок | е) like gypsum |
| 7. затвердевать | ж) consolidated sediments |
| 8. подобно гипсу | з) igneous rocks |
| 9. обнаженные породы | и) to solidify, to consolidate |

б) Найдите в правой колонке русские эквиваленты следующих сочетаний слов.

- | | |
|------------------------------------|-----------------------------|
| 1. coarse-grained sand | а) разрушительная сила воды |
| 2. siltstone and shale | б) пластовые месторождения |
| 3. the destructive action of water | в) доледниковый период |

4.	existing rocks	г) крупнозернистый (грубо- зернистый) песок
5.	chemical decay	д) частицы вещества
6.	sedimentary rocks	е) алевроит и сланец
7.	stratified deposits	ж) существующие породы
8.	pre-glacial period	з) осадочные породы
9.	particles of a substance	и) химический распад

Text 4: Weathering of Rocks

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

contain - *v* содержать (*в себе*), вмещать

crack - *n* трещина; щель; *v* давать трещину; трескаться, раскалываться

contract - *v* сжиматься; сокращаться

dust - *n* пыль

expand - *v* расширяться; увеличивать(ся) в объеме; **expansion** *n* расширение; *ant* **contract**

fissure - *n* трещина (*в породе, угле*); расщелина; щель

fracture - *n* трещина; излом; разрыв; *v* ломать(ся); раздроблять (*породу*)

freeze - *v* замерзать; замораживать; застывать

gradual - *a* постепенный; **gradually** *adv* постепенно

hard - *a* твердый, жесткий; *ant* **soft**; тяжелый (*о работе*); *adv* сильно, упорно; **hardly** *adv* едва, с трудом

hole - *n* отверстие; скважина; шпур; шурф

influence - *n* влияние; *v* (**on, upon**) влиять (*не что-л.*)

lateral - *a* боковой

occur - *v* залегать; случаться; происходить; *syn* **take place, happen**; **occurrence** - *n* залегание;

mode of occurrence - условия залегания

penetrate - *v* проникать (*внутрь*), проходить через (*что-л.*)

phenomenon - *n* явление; *pl* **phenomena**

pressure - *n* давление; **lateral pressure** боковое (*горизонтальное*) давление; **rock pressure** горное давление, давление породы

rate - *n* степень, темп; скорость, норма; производительность; сорт; *syn* **speed, velocity**

refer - *v* (to) ссылаться (*на что-л.*); относиться (*к периоду, классу*)

resist - *v* сопротивляться; противостоять; противодействовать; **resistance** - *n* сопротивление;

resistant - *a* стойкий; прочный; сопротивляющийся

size - *n* размер; величина; класс (*угля*)

solution - *n* раствор; **soluble** - *a* растворимый; **solvent** - растворитель; *a* растворяющий

succession - *n* последовательность, непрерывный ряд; **in succession** последовательно

undergo (*underwent, undergone*) - *v* испытывать (*что-л.*), подвергаться (*чему-л.*)

uniform - *a* однородный; одинаковый

weathering - *n* выветривание; эрозия (*воздействию, влиянию и т.д.*)

to be subjected to подвергаться

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

All rocks which are exposed on the Earth's surface (high mountain peaks, deserts) are decomposed to a certain degree. The process of rock disintegration by the direct influence of local atmospheric conditions on the Earth's surface is called weathering. This phenomenon is often referred to in geology because weathering is an active process. It takes place in the upper layers of the Earth's crust.

The main cause of physical weathering is the change in temperature that takes place with the succession of day and night. This phenomenon can best be observed in the deserts and high mountains where the changes in temperature are common.

During the day under the influence of heat, rocks expand whereas at night they begin to contract. As rocks are generally composed of different minerals, their expansion and contraction do not occur uniformly. As a result of this rocks crack. At the beginning these cracks or fissures are hardly noticeable but gradually they become wider and deeper until the whole surface of rock is finally transformed into gravel, sand or dust.

In the regions of a moderate or cold climate, where the temperature in winter goes down to below 0 (zero), the decomposition of rocks is greatly facilitated by the action of water. When water freezes it increases in volume and develops enormous lateral pressure. Under the action of water, rocks decompose to pieces of varied forms and sizes.

The decomposition of rocks under the direct influence of heat and cold is called physical weathering.

Rocks are subjected not only to physical decomposition but also to chemical weathering, i.e. to the action of chemical agents, such as water, carbon dioxide and oxygen. In a general way, chemical weathering is an acid attack on the rocks of the Earth's crust, in particular an attack on the most abundant minerals — quartz (sand) and aluminosilicates (clays). Only few minerals and rocks are resistant to the action of natural waters. The solvent action of water is stronger when it contains carbon dioxide. Water causes more complex and varied changes. With the participation of oxygen and carbon dioxide up to 90 per cent of rocks is transformed into soluble minerals, which are carried away by the waters.

Organisms and plants also take part in the disintegration of rocks. Certain marine organisms accelerate the destruction of rocks by making holes in them to live in. The action of plants can often be even more destructive. Their roots penetrate into the fissures of rocks and develop the lateral pressure which fractures and destroys rocks.

1. Укажите, какие предложения соответствуют содержанию текста. Подтвердите свои ответы фактами из текста.

1. The process of sedimentation is called weathering.
2. The change in temperature causes physical weathering.
3. As a rule during the night rocks expand.
4. When freezing water decreases in volume and develops enormous lateral pressure.
5. The decomposition of rocks is due to the influence of heat and cold.
6. As a rule water contains dissolved mineral substances.
7. The solvent action of water is stronger when it does not contain carbon dioxide.
8. It should be noticed that the action of organisms and plants is destructive.
9. Certain marine organisms accelerate the destruction of rocks.

2. Ответьте на следующие вопросы:

1. What process is called weathering?
2. What process is called physical weathering?
3. Where can the phenomenon of physical weathering be best observed?
4. What process is called chemical weathering?
5. What substances can act as solvents?
6. Are all minerals and rocks resistant to the action of natural waters or only few minerals and rocks can resist the action of water?
7. How do organisms act on the destruction of rocks?

3. а) Найдите в правой колонке русские эквиваленты следующих слов и сочетаний слов:

1. the Earth's surface
2. to be composed of different minerals
3. the expansion of rocks
4. changes in temperature

5. under the influence of heat
6. weathering
7. destructive forces
8. a great number of fractures
9. to penetrate into fissures
- а) под влиянием тепла
- б) разрушительные силы
- в) выветривание
- г) большое количество трещин
- д) состоять из различных минералов
- е) расширение пород
- ж) проникать в трещины
- з) изменения температуры
- и) поверхность земли

б) Найдите в правой колонке английские эквиваленты следующих слов и сочетаний слов:

1. увеличиваться в объеме
2. развивать боковое давление
3. способствовать разрушению пород
4. подвергаться гниению
5. растворять вещества
6. сопротивляться (чему-л.)
7. некоторые органические вещества
8. ускорять процесс выветривания
9. куски породы различных размеров
- а) to facilitate the decomposition of rocks
- б) to increase in volume
- в) to resist (smth)
- г) rock pieces of varied (different) sizes
- д) to accelerate the process of weathering
- е) to be subjected to decay
- ж) to dissolve substances
- з) to develop lateral pressure
- и) certain organic substances

Text 5: Fossil Fuels

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

accumulate - *v* накапливать; скопляться

ancient - *a* древний, старинный; *ant* **modern**

associate - *v* связывать, соединять, ассоциироваться; *syn* **connect, link**

burn (burnt) - *v* сжигать; гореть; жечь

charcoal - *n* древесный уголь

convenient - *a* удобный, подходящий

crude - *a* сырой, неочищенный

dig (dug) - *v* добывать; копать; **digger** - *n* угольный экскаватор; землеройная машина

divide - *v* делить; (from) отделять; разделять

evidence - *n* доказательство; очевидность; признак(и)

fossil - *a* окаменелый, ископаемый; *n* ископаемое (*органического происхождения*); окаменелость

heat - *v* нагревать; *n* теплота

liquid - *a* жидкий; *n* жидкость; *ant* **solid**

manufacture - *в* изготавливать, производить; *syn* **produce**

mudstone - *п* аргиллит

purpose - *п* цель; намерение; *syn* **aim, goal**

shale - *п* глинистый сланец

the former ... the latter - первый (*из вышеупомянутых*) последний (*из двух названных*)

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

The chief sources of energy available to man today are oil, natural gas, coal, water power and atomic energy. Coal, gas and oil represent energy that has been concentrated by the decay of organic materials (plants and animals) accumulated in the geologic past. These fuels-are often referred to as fossil fuels.

The word fossil (derived from the Latin fodere "to dig up") originally referred to anything that was dug from the ground, particularly a mineral. Today the term fossil generally means any direct evidence of past life, for example, the footprints of ancient animals. Fossils are usually found in sedimentary rocks, although sometimes they may be found in igneous and metamorphic rocks as well. They are most abundant in mudstone, shale and limestone, but fossils are also found in sandstone, dolomite and conglomerate.

Most fuels are carbon-containing substances that are burned in air. In burning fuels give off heat which is used for different purposes.

Fuels may be solid, liquid and gaseous. Solid fuels may be divided into two main groups, natural and manufactured. The former category includes coal, wood, peat and other plant products. The latter category includes coke and charcoal obtained by heating coal in the absence of air.

Liquid fuels are derived almost from petroleum. In general, natural petroleum, or crude oil, as it is widely known, is the basis of practically all industrial fuels. Petroleum is a mixture of hundreds of different hydrocarbons — compounds composed of hydrogen and carbon — together with the small amount of other elements such as sulphur, oxygen and nitrogen. Petroleum is usually associated with water and natural gas. It is found in porous sedimentary rocks where the geological formation allowed the oil to collect from a wide area. Petroleum is one of the most efficient fuels and raw materials.

Of gaseous fuels the most important are those derived from natural gas, chiefly methane or petroleum. Using gaseous fuels makes it possible to obtain high thermal efficiency, ease of distribution and control. Gas is the most economical and convenient type of fuels. Today gas is widely utilized in the home and as a raw material for producing synthetics.

Scientists consider that a most promising source of natural resources may be the floor of the sea, a subject which now has become an important field of research.

Generally speaking, all types of fossil fuels described in the text are of great economic importance as they represent the sources of energy the man uses today.

1. Укажите, какие предложения соответствуют содержанию текста. Подтвердите свои ответы фактами из текста.

1. Coal, water power and atomic energy are the only sources of energy available to man today.

2. Coal, wood and peat represent natural group of solid fuels.

3. As a rule fossil fuels are found in sedimentary rocks.

4. Crude oil is widely used for producing solid fuels.

5. Petroleum can be found in porous sedimentary rocks.

6. Gas is used to produce synthetic materials.

7. Not all types of fossil fuels burn.

2. Ответьте на следующие вопросы:

1. What fuels are often referred to as fossil fuels?

2. What does the word fossil mean?

3. What rocks are most abundant hi fossil fuels?

4. What types of fossil fuels do you know?
5. Is coke a natural or manufactured solid fuel? And what can you say about coal and peat?
6. How are coke and charcoal produced?
7. What rocks is petroleum usually associated with?
8. What are the advantages of gaseous fuels?

3. а) *Найдите в правой колонке русские эквиваленты следующих слов сочетаний*

слов.

- | | |
|---|--|
| 1. fossil fuel | а) дерево и торф |
| 2. raw material | б) небольшое количество аргиллита |
| 3. crude oil | в) органическое топливо |
| 4. the chief sources of energy | г) сланец и известняк |
| 5. to refer to | д) сырье |
| 6. any direct or indirect evidence of the deposit | е) материалы, содержащие |
| углерод | |
| 7. shale and limestone | ж) главные источники энергии |
| 8. carbon-containing materials | з) любые прямые или косвенные признаки |
| месторождения | |
| 9. wood and peat | и) сырая (неочищенная) нефть |
| 10. the small amount of mudstone | к) относиться к (чему-л.); ссылаться на (что-л.) |

б) Найдите в правой колонке английские эквиваленты следующих слов и сочетаний слов.

- | | |
|--------------------------------|---------------------------------|
| 1. древесный уголь и кокс | а) to collect data |
| 2. жидкое топливо | б) charcoal and coke |
| 3. накапливать | в) to be composed of limestones |
| 4. собирать данные | г) liquid fuel |
| 5. происходить от | д) to accumulate |
| 6. получать хорошие результаты | е) to derive from |
| 7. богатый горючими сланцами | ж) to obtain good results |
| 8. состоять из известняков | з) abundant in oil shales |

Text 6: Coal and Its Classification

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

bench - *n* слой, пачка (*пласта*)

blend - *v* смешивать(ся); вклинивать(ся)

combustion - *n* горение, сгорание; **spontaneous combustion** самовоспламенение, самовозгорание

continuity - *n* непрерывность, неразрывность

domestic - *a* внутренний; отечественный

estimate - *v* оценивать; *n* оценка; смета

fault - *n* разлом, сдвиг (*породы*); сброс; **faulting** *n* образование разрывов или сбросов

fold - *n* изгиб, складка, флексура; **folding** - *n* складчатость, смешение (*пласта*) без разрыва

inflamm - *v* воспламеняться; загорать(ся); **inflammable** - *a* воспламеняющийся, горючий, огнеопасный; **flame** - *n* пламя

intermediate - *a* промежуточный; вспомогательный

liable - *a* (to) подверженный; подлежащий (*чему-л.*)

luster - *n* блеск (*угля, металла*); **lustrous** - *a* блестящий

matter - *n* вещество; материя

moisture - *n* влажность, сырость; влага

parting - *n* прослоек

plane - *n* плоскость; **bedding plane** плоскость напластования

rank - *n* класс, тип; **coal rank** группа угля, тип угля

regular - *a* правильный; непрерывный; *ant* **irregular** неправильный; неравномерный; **regularity** *n* непрерывность; правильность

similar - *a* похожий, сходный; подобный; *syn* **alike, the same as**

smelt - *v* плавить (*руду*); выплавлять (*металл*)

store - *v* запасать, хранить на складе; вмещать

strata - *n pl om stratum* пласты породы; свита (*пластов*); формация, напластования породы; *syn* **measures**

thickness - *n* мощность (*пласта, жилы*)

uniform - *a* однородный; равномерный; **uniformity** *n* однородность; единообразие

utilize - *v* использовать; *syn* **use, apply, employ**

volatile - *a* летучий, быстро испаряющийся

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

Coal is the product of vegetable matter that has been formed by the action of decay, weathering, the effects of pressure, temperature and time millions of years ago.

Although coal is not a true mineral, its formation processes are similar to those of sedimentary rocks.

Structurally coal beds are geological strata characterized by the same irregularities in thickness, uniformity and continuity as other strata of sedimentary origin. Coal beds may consist of essentially uniform continuous strata or like other sedimentary deposits may be made up of different bands or benches of varying thickness.

You can see a seam limited by two more or less parallel planes, a shape which is typical of sedimentary rocks. The benches may be separated by thin layers, of clay, shale, pyrite or other mineral matter, commonly called partings. Like other sedimentary rocks coal beds may be structurally disturbed by folding and faulting.

According to the amount of carbon coals are classified into: brown coals, bituminous coals and anthracite. Brown coals are in their turn subdivided into lignite and common brown coal. Although carbon is the most important element in coal, as many as 72 elements have been found in some coal deposits, including lithium, chromium, cobalt, copper, nickel, tungsten and others.

Lignite is intermediate in properties between peat and bituminous coal, containing when dry about 60 to 75 per cent of carbon and a variable proportion of ash. Lignite is a low-rank brown-to-black coal containing 30 to 40 per cent of moisture. Developing heat it gives from 2,500 to 4,500 calories. It is easily inflammable but burns with a smoky flame. Lignite is liable to spontaneous combustion. It has been estimated that about 50 per cent of the world's total coal reserves are lignitic.

Brown coal is harder than lignite, containing from 60 to 65 per cent of carbon and developing greater heat than lignite (4,000-7,000 calories). It is very combustible and gives a brown powder. Bituminous coal is the most abundant variety, varying from medium to high rank. It is a soft, black, usually banded coal. It gives a black powder and contains 75 to 90 per cent of carbon. It weathers only slightly and may be kept in open piles with little danger of spontaneous combustion if properly stored. Medium-to-low volatile bituminous coals may be of coking quality. Coal is used intensively in blast furnaces for smelting iron ore. There are non-coking varieties of coal.

As for the thickness, the beds of this kind of coal are not very thick (1-1.5 meters). The great quantities of bituminous coal are found in the Russian Federation.

Anthracite or "hard" coal has a brilliant lustre containing more than 90 per cent of carbon and low percentage of volatile matter. It is used primarily as a domestic fuel, although it can sometimes be blended with bituminous grades of coal to produce a mixture with improved coking qualities. The largest beds of anthracite are found in Russia, the USA and Great Britain.

Coal is still of great importance for the development of modern industry. It may be used for domestic and industrial purposes. Being the main source of coke, coal is widely used in the iron and steel industry. Lignite, for example either in the raw state or in briquetted form, is a source of industrial carbon and industrial gases.

There is a strong tendency now for increased research into new technologies to utilize coal. No doubt, coal will be used as a raw material for the chemical industry and petrochemical processes. All

these processes involve coal conversion which include gasification designed to produce synthetic gas from coal as the basis for hydrogen manufacture, liquefaction (разжижение) for making liquid fuel from coal and other processes.

1. Укажите, какие предложения соответствуют содержанию текста.

Подтвердите свои ответы фактами из текста.

1. Anthracite coals may be divided into lignite and common brown coal.
2. Coals are ranked according to the percentage of carbon they contain.
3. Peat, with the least amount of carbon is the lowest rank, then comes lignite or brown coal.
4. Brown coal is hard and it is not liable to spontaneous combustion.
5. Bituminous coal weathers rapidly and one cannot keep it in open piles.
6. Being intensively used in the iron and steel industry bituminous coal varies from medium to high rank.
7. Anthracite or hard coal, the highest in percentage of carbon, can be blended with bituminous grades of coal.

2. Ответьте на следующие вопросы:

1. What is the classification of coal based on?
2. Is carbon the only element in coal? (Prove it.)
3. Is lignite intermediate in properties between peat and bituminous coal?
4. What heat value does lignite develop when burnt?
5. What coals are liable to spontaneous combustion?
6. What is the difference between lignite and brown coal?
7. Is bituminous coal high- or low-volatile?
8. Does anthracite contain 90 per cent of carbon?
9. Where are the largest deposits of anthracite found? And what can you say about bituminous coal?
10. What do you know about the utilization of coal?

3. а) Найдите в правой колонке русские эквиваленты следующих слов и сочетаний

слов:

- | | |
|----------------------------------|--|
| 1. spontaneous combustion | а) легковоспламеняющийся газ |
| 2. moisture and ash content | б) высокосортный уголь |
| 3. the most abundant variety | в) плавить железную руду |
| 4. in its turn | г) самовозгорание |
| 5. the amount of volatile matter | д) содержание влаги и золы |
| 6. easily inflammable gas | е) дымное пламя |
| 7. brilliant lustre | ж) наиболее широко распространенные угли |
| 8. to smelt iron ore | з) яркий блеск |
| 9. high-rank coal | и) в свою очередь |
| 10. a smoky flame | к) количество летучих веществ |

б) Найдите в правой колонке английские эквиваленты следующих слов и сочетаний

слов:

- | | |
|---------------------------------|------------------------------|
| 1. тип угля | а) heat value |
| 2. некокующийся уголь | б) amount of carbon |
| 3. доменная печь | в) coal rank |
| 4. содержание углерода | г) to store coal |
| 5. смешиваться с другими углями | д) to weather rapidly |
| 6. улучшенного качества | е) non-coking coal |
| 7. складировать уголь | ж) blast furnace |
| 8. теплотворная способность | з) of improved quality |
| 9. быстро выветриваться | и) to blend with other coals |

Text 7: General Information on Mining

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

access - *n* доступ

affect - *v* воздействовать (*на что-л.*); влиять; *syn* **influence**

barren - *a* непродуктивный; пустой (*о породе*)

chute - *n* скат, спуск; углеспускная выработка; жёлоб

compare - *v* (with) сравнивать, проводить параллель

contribute - *v* способствовать, содействовать; делать вклад (*в науку*); **make a (one's) ~ to**

smth. сделать вклад во что-л.

cross-section - *n* поперечное сечение, поперечный разрез, профиль

develop - *v* разрабатывать (*месторождение*); развивать (*добычу*); производить подготовительные работы; **development** - *n* подготовительные работы; развитие добычи; развитие

drift - *n* штрек, горизонтальная выработка

ensure - *v* обеспечивать, гарантировать; *syn* **guarantee**

face - *n* забой; лава

floor - *n* почва горной выработки, почва пласта (жила); **quarry** ~ подошва карьера; пол, настил

govern - *v* править, управлять; руководить; определять, обуславливать

inclination - *n* уклон, скат, наклон (*пластов*); наклонение; **seam** ~ падение (*пласта*); наклон (*пласта*)

incline - *n* уклон, бремсберг, скат; наклонный ствол; **gravity** ~ бремсберг

inclined - *a* наклонный; **flatly** ~ слабо наклонный; **gently** ~ наклонного падения; **medium** ~ умеренно наклонный (*о пластах*); **steeply** ~ крутопадающий

level - *n* этаж, горизонт, горизонтальная горная выработка; штольня; уровень (*инструмент*); нивелир; ватерпас; горизонтальная поверхность

recover - *v* извлекать (*целики*); выбирать, очищать; добывать (*уголь и т.п.*); восстанавливать

remove - *v* удалять; убирать; устранять; перемещать; **removal** - *n* вскрыша; выемка; уборка (*породы*); извлечение (*крепя*); перемещение; **overburden** - удаление вскрыши

rib - *n* ребро; выступ; узкий целик, предохранительный целик; грудь забоя

roof - *n* крыша; кровля выработки; кровля пласта (*или* жила); перекрытие; ~ **support** - крепление кровли

shaft - *n* шахтный ствол; **auxiliary** ~ вспомогательный ствол; **hoisting** ~ подъемный ствол; главный шахтный ствол

tabular - *a* пластовый (*о месторождении*); пластообразный; плоский; линзообразный; *syn* **bedded, layered**

waste - *n* пустая порода; отходы; *syn* **barren rock**

well - *n* буровая скважина; колодец, источник; водоем; зумф

capital investment - капитальные вложения

gate road - промежуточный штрек

in bulk - навалом, в виде крупных кусков

metal-bearing - содержащий металл

production face/working - очистной забой

productive mining - эксплуатационные работы

in view of - ввиду чего-л., принимая во внимание что-л.

with a view to - с целью

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

As has been said, mining refers to actual ore extraction. Broadly speaking, mining is the industrial process of removing a mineral-bearing substance from the place of its natural occurrence in the Earth's crust. The term "mining" includes the recovery of oil and gas from wells; metal, non-metallic minerals, coal, peat, oil shale and other hydrocarbons from the earth. In other words, the work done to extract mineral, or to prepare for its extraction is called mining.

The tendency in mining has been towards the increased use of mining machinery so that modern mines are characterized by tremendous capacities. This has contributed to: 1) improving working conditions and raising labour productivity; 2) the exploitation of lower-grade metal-bearing substances and 3) the building of mines of great dimensions.

Mining can be done either as a surface operation (quarries, opencasts or open pits) or by an underground method. The mode of occurrence of the sought-for metallic substance governs to a large degree the type of mining that is practised. The problem of depth also affects the mining method. If the rock containing the metallic substance is at a shallow site and is massive, it may be economically excavated by a pit or quarry-like opening on the surface. If the metal-bearing mass is tabular, as a bed or vein, and goes to a great distance beneath the surface, then it will be worked by some method of underground mining.

Working or exploiting the deposit means the extraction of mineral. With this point in view a number of underground workings is driven in barren (waste) rock and in mineral. Mine workings vary in shape, dimensions, location and function.

Depending on their function mine workings are described as exploratory, if they are driven with a view to finding or proving mineral, and as productive if they are used for the immediate extraction of useful mineral. Productive mining can be divided into capital investment work, development work, and face or production work. Investment work aims at ensuring access to the deposit from the surface. Development work prepares for the face work, and mineral is extracted (or produced) in bulk.

The rock surfaces at the sides of workings are called the sides, or in coal, the ribs. The surface above the workings is the roof in coal mining while in metal mining it is called the back. The surface below is called the floor.

The factors such as function, direct access to the surface, driving in mineral or in barren rock can be used for classifying mine workings:

I. Underground workings:

- a) Long or deep by comparison with their cross-section may be: 1) vertical (shaft, blind pit); 2) sloping (slopes, sloping drifts, inclines); 3) horizontal (drifts, levels, drives, gate roads, adits, crosscuts).
- b) Large openings having cross dimensions comparable with their length.
- c) Production faces, whose dimensions depend on the thickness of the deposit being worked, and on the method of mining it.

1. Укажите, какие предложения соответствуют содержанию текста. Подтвердите свои ответы фактами из текста.

1. As a rule, the term "mining" includes the recovery of oil and gas from wells as well as coal, iron ores and other useful minerals from the earth.
2. The increased use of mining machinery has greatly contributed to raising labour productivity and improving working conditions.
3. It is quite obvious that the problem of depth is not always taken into consideration in choosing the mining method.
4. Productive workings are usually used for the immediate extraction of useful mineral.
5. Underground workings are driven in barren rock or in mineral.
6. A shaft is a vertical underground working which is long and deep in comparison with its cross-section.
7. The surface above the mine working is usually called the floor.
8. The rock surfaces at the sides of mine workings are called the ribs.

2. Ответьте на следующие вопросы:

1. What is mining?
2. What has contributed to the better working conditions of the miners?
3. What factors influence the choice of the mining method?
4. In what case is useful mineral worked by open pits?
5. Are exploratory workings driven with a view to finding and proving mineral or are they driven for immediate extraction of mineral?
6. What is the difference between development and production work?
7. What main factors are used for classifying mine workings?
8. What do the dimensions of production faces depend on?

3. а) Найдите в правой колонке русские эквиваленты следующих слов и сочетаний слов:

1. direct access to the surface
2. open-cast mining
3. tabular (or bedded) deposits
4. oil well
5. underground workings
6. cross-section of a working
7. production face
8. the roof of the mine working
9. to drive mine workings in barren rock
10. to affect the mining method
- а) нефтяная скважина
- б) проходить горные выработки по пустой породе
- в) влиять на метод разработки
- г) прямой доступ к поверхности
- д) пластовые месторождения
- е) открытая разработка
- ж) поперечное сечение выработки
- з) подземные выработки
- и) очистной забой
- к) кровля горной выработки

б) Найдите в правой колонке английские эквиваленты следующих слов сочетаний слов:

1. способствовать чему-л.
2. размер ствола
3. извлекать, добывать (уголь)
4. штреки и квершлагги
5. пустая порода
6. вообще говоря
7. удалять, перемещать (крепь, вскрышу и др.)
8. с целью ...
9. подготовительные работы
10. мощность пласта
- а) thickness of a seam
- б) shaft dimension
- в) with a view to
- г) to contribute to smth.
- д) development work
- е) to remove (timber, overburden, etc.)
- ж) drifts (gate roads) and crosscuts
- з) generally speaking

- и) to recover (coal)
- к) waste (barren) rock

Text 8: Methods of Working Bedded Deposits Underground

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

advantage - *n* преимущество; превосходство; выгода; польза; **advantageous** - *a* выгодный; благоприятный, полезный; **to take advantage of smth** воспользоваться чём-л.

caving - *n* обрушение (*кровли*); разработка с обрушением

deliver - *v* доставлять, подавать; питать; нагнетать; произносить (*речь*); читать (*лекцию*)

entry - *n* штрек; выработка горизонтальная; *pl* подготовительные выработки; нарезные выработки; штреки

giant - *n* гидромонитор

gravity - *n* сила тяжести; вес, тяжесть; **by** ~ самотеком, под действием собственного веса

haul - *v* доставлять; откатывать; подкатывать; перевозить; **haulage** - *n* откатка; доставка; транспортировка (*по горизонтали*)

longwall - *n* лава; выемка лавами; сплошной забой, сплошная или столбовая система разработки; *syn* **continuous mining**; ~ **advancing on the strike** выемка лавами прямым ходом по простиранию; сплошная система разработки по простиранию; ~ **advancing to the rise** сплошная система разработки с выемкой по восстанию; ~ **to the dip** сплошная система разработки с выемкой по падению; ~ **retreating** выемка лавами обратным ходом; столбовая система разработки лавами

lose (lost) - *v* терять; **loss** - *n* потеря, убыток

pillar - *n* целик; столб; **shaft** ~ околоствольный целик; ~ **method** столбовая система разработки; ~ **mining** выемка целиков

predominate - *v* преобладать, превалировать; превосходить; господствовать, доминировать

protect - *v* охранять, защищать

reach - *v* простираться, доходить до; добиваться, достигать

satisfy - *v* удовлетворять(ся)

shield - *n* щит; ~ **method** щитовой метод проходки, щитовой способ

room - *n* камера; очистная камера; **room-and-pillar method** камерно-столбовая система разработки

stowing - *n* закладка (*выработанного пространства*)

method of working система разработки

the sequence of working the seams - последовательность отработки пластов

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

The method of working (or method of mining) includes a definite sequence and organization of development work of a deposit, its openings and its face work in certain geological conditions. It depends on the mining plan and machines and develops with their improvements. A rational method of working should satisfy the following requirements in any particular conditions: 1) safety of the man; 2) maximum output of mineral; 3) minimum development work (per 1,000 tons output); 4) minimum production cost and 5) minimum losses of mineral.

Notwithstanding the considerable number of mining methods in existence, they can be reduced to the following main types: 1. Methods of working with long faces (continuous mining); 2. Methods of working with short faces (room-and-pillar). The characteristic feature of the continuous mining is the absence of any development openings made in advance of production faces. The main advantage of long continuous faces is that they yield more mineral. Besides, they allow the maximum use of combines (shearers), cutting machines, powered supports and conveyers. The longwall method permits an almost 100 per cent recovery of mineral instead of 50 to 80 per cent obtainable in room-and-pillar methods.

The basic principle of room-and-pillar method is that rooms from 4 to 12 meters wide (usually 6-7) are driven from the entries, each room is separated from each other by a rib pillar. Rib pillars are recovered or robbed after the rooms are excavated. The main disadvantage of shortwall work is a considerable loss of mineral and the difficulty of ventilation. In working bedded deposits methods of mining mentioned above may be used either with stowing or with caving.

In Russia, Germany (the Ruhr coal-field), France and Belgium nearly all the faces are now long ones. In Britain longwall faces predominate.

The USA, Canada, Australia and to some extent India are developing shortwall faces and creating the machines for them. In these countries shortwall faces are widely used.

In Russia the thick seams are taken out to full thickness up to 4.5 m thick if they are steep, and up to 3.5 m thick if they are gently sloping or inclined. In the Kuznetsk coal-field long faces are worked to the dip with ashield protection, using a method proposed by N.Chinakal. In shield mining coal is delivered to the lower working by gravity so that additional haulage is not required.

It should also be noted that in Russia hydraulic mining is widely used as it is one of the most economic and advantageous methods of coal getting. New hydraulic mines are coming into use in a number of coal-fields. Hydraulic mining is developing in other countries as well.

The aim of hydraulic mining is to remove coal by the monitors (or giants) which win coal and transport it hydraulically from the place of work right to the surface. It is quite obvious that the choice of the method of mining will primarily depend on the depth and the shape and the general type of the deposit.

1. Укажите, какие предложения соответствуют содержанию текста.

Подтвердите свои ответы фактами из текста.

1. A definite sequence and organization of development work is called mining.
2. Mining methods in existence can be reduced to the two main types.
3. The depth and the shape of the deposit influence the choice of the method of working.
4. As is known, in Belgium all the faces are short now, in Great Britain they amount to 84 per cent.
5. In Australian collieries shortwall faces are widely used.
6. The room-and-pillar method is characterized by the absence of any development openings.
7. High-capacity monitors win coal and transport it hydraulically right to the surface.

2. Ответьте на следующие вопросы:

1. What factors does mining depend on?
2. What is mining?
3. What are the most important factors which affect the choice of the method of working?
4. Do short faces or long faces predominate in Russia? What can you say about the Ruhr coal-field?
5. Is Canada developing shortwall faces or longwall faces?
6. What are the main disadvantages of shortwall faces?
7. What are the two main methods of working?
8. What is the main advantage of long continuous faces?
9. What methods of mining long faces do you know?
10. What method of mining is characterized by the absence of development openings?

3. а) Найдите в правой колонке русские эквиваленты следующих слов в сочетаний слов:

- | | |
|---|--|
| 1. development face | а) сплошная система разработки |
| 2. great losses | б) выемка целиков |
| 3. shield method of mining | в) подготовительный забой |
| 4. continuous mining | г) большие потери |
| 5. longwall advancing to the dip | д) удовлетворять требованиям |
| 6. the room-and-pillar method of mining | е) зависеть от геологических условий |
| 7. to open up a deposit | ж) выемка лавами прямым ходом по падению |

- | | | |
|-----|--|---|
| 8. | pillar mining | з) щитовая система разработки |
| 9. | to satisfy the requirements | и) вскрывать месторождение |
| 10. | to depend upon the geological conditions | к) камерно-столбовая система разработки |

б) Найдите в правой колонке английские эквиваленты следующих слов и сочетаний слов:

- | | | |
|-----|--|--|
| 1. | включать (в себя) | а) safety |
| 2. | выемка лавами обратным ходом | б) annual output |
| 3. | достигать 50% | в) to involve |
| 4. | превышать 60% | г) to propose a new method of mining |
| 5. | безопасность | д) long wall retreating |
| 6. | годовая добыча | е) in connection with difficulties |
| 7. | основной недостаток системы разработки | ж) to exceed 60 per cent |
| 8. | под-этаж | з) notwithstanding (in spite of) |
| 9. | крутопадающий пласт | и) to reach 50 per cent |
| 10. | щитовая система разработки | к) the main disadvantage of the method of mining |
| 11. | предложить новый способ разработки | л) sublevel |
| 12. | в связи с трудностями | м) the shield method of mining |
| 13. | несмотря на | н) open up a deposit |
| 14. | вскрывать месторождение | о) steep seam |

2.3 Подготовка доклада

Подготовьте доклад по одной из предложенных тем.

1. Inigo Jones (1573-1652)
2. Christopher Wren (1632-1723)
3. Geoffrey Chaucer (1340-1400)
4. Samuel Johnson (1709-1784)
5. Alfred Tennyson (1809-1892)
6. Thomas Hardy (1840-1928)
7. John Milton (1608-1674)
8. William Makepeace Thackeray (1811-1863)
9. Henry Wadsworth Longfellow (1807 – 1882)
10. Joshua Reynolds (1723-1792)
11. Thomas More (1478 – 1535)
12. J.M.W. Turner (1775-1851)
13. Thomas Gainsborough (1727 – 1788)
14. Henry Moor (1898-1986)
15. Henry Irving (1838-1905)
16. William Gilbert (1836-1911)
17. Arthur Sullivan (1842-1900)
18. James Watt (1736 - 1819)
19. Thomas Telford (1757 - 1834)
20. Isambard Kingdom Brunel (1806 – 1859)
21. George Stephenson (1781 – 1848)
22. David Livingstone (1813 – 1873)
23. Tony Blair (1953)
24. Winston Churchill (1874 - 1965)
25. Margaret Hilda Thatcher (1925)
26. Sir Isaac Newton (1642 – 1727)
27. Alexander Graham Bell (1847 - 1922)

Правила предоставления информации в докладе

Размер	A4
Шрифт	Текстовый редактор Microsoft Word, шрифт Times New Roman 12
Поля	слева – 2 см., сверху и справа – 1 см., снизу – 1
Абзацный отступ	1 см устанавливается автоматически
Стиль	Примеры выделяются курсивом
Интервал	межстрочный интервал – 1
Объем	1 -2 страницы (до 7 минут устного выступления)
Шапка доклада	<i>Иванова Мария Ивановна</i> Екатеринбург, Россия ФГБОУ ВПО УГГУ, МД-13 НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА
	Список использованной литературы

Краткое содержание статьи должно быть представлено на 7-10 слайдах, выполненных в PowerPoint.

2.4 Подготовка к тесту

Тест направлен на проверку страноведческих знаний и знаний межкультурной коммуникации. Для этого студентам необходимо повторить материал, представленный в *Социально-культурной сфере общения* по теме «Страны изучаемого языка» (Я и мир). Для успешного написания теста изучите следующий материал:

THE GEOGRAPHICAL POSITION OF GREAT BRITAIN

The United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland covers an area of some 244 thousand square miles. It is situated on the British Isles. The British Isles are separated from Europe by the Strait of Dover and the English Channel. The British Isles are washed by the North Sea in the east and the Atlantic Ocean in the west.

England is in the southern and central part of Great Britain. Scotland is in the north of the island. Wales is in the west. Northern Ireland is situated in the north-eastern part of Ireland.

England is the richest, the most fertile and most populated part in the country. There are mountains in the north and in the west of England, but all the rest of the territory is a vast plain. In the northwestern part of England there are many beautiful lakes. This part of the country is called Lake District.

Scotland is a land of mountains. The Highlands of Scotland are among the oldest mountains in the world. The highest mountain of Great Britain is in Scotland too. The chain of mountains in Scotland is called the Grampians. Its highest peak is Ben Nevis. It is the highest peak not only in Scotland but in the whole Great Britain as well. In England there is the Pennine Chain. In Wales there are the Cumbrian Mountains.

There are no great forests on the British Isles today. Historically, the most famous forest is Sherwood Forest in the east of England, to the north of London. It was the home of Robin Hood, the famous hero of a number of legends.

The British Isles have many rivers but they are not very long. The longest of the English rivers is the Severn. It flows into the Irish Sea. The most important river of Scotland is the Clyde. Glasgow stands on it. Many of the English and Scottish rivers are joined by canals, so that it is possible to travel by water from one end of Great Britain to the other.

The Thames is over 200 miles long. It flows through the rich agricultural and industrial districts of the country. London, the capital of Great Britain, stands on it. The Thames has a wide mouth, that's

why the big ocean liners can go up to the London port. Geographical position of Great Britain is rather good as the country lies on the crossways of the sea routes from Europe to other parts of the world. The sea connects Britain with most European countries such as Belgium, Holland, Denmark, Norway and some other countries. The main sea route from Europe to America also passes through the English Channel.

United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland occupies the territory of the British Isles. They lie to the north-west of Europe.

Once upon a time the British Isles were an integral part of the mainland. As a result of sinking of the land surface they became segregated. Great Britain is separated from the continent by the English Channel. The country is washed by the waters of the Atlantic Ocean. Great Britain is separated from Belgium and Holland by the North Sea, and from Ireland — by the Irish Sea.

There are several islands along the coasts. The total area of the British Isles is 325 000 km². The main islands are Great Britain and Ireland.

The surface of the country is much varied. Great Britain is the country of valleys and plains.

The insular geographical position of Great Britain promoted the development of shipbuilding, different trading contacts with other countries. It has also allowed the country to stay independent for quite a long period of time.

THE BRITISH PARLIAMENT

The British Parliament is the oldest in the world. It originated in the 12th century as Witenagemot, the body of wise councillors whom the King needed to consult pursuing his policy. The British Parliament consists of the House of Lords and the House of Commons and the Queen as its head.

The House of Commons plays the major role in law-making. It consists of Members of Parliament (called MPs for short). Each of them represents an area in England, Scotland, Wales and Ireland.

MPs are elected either at a general election or at a by-election following the death or retirement. Parliamentary elections are held every 5 years and it is the Prime Minister who decides on the exact day of the election. The minimum voting age is 18. And the voting is taken by secret ballot.

The election campaign lasts about 3 weeks, The British parliamentary system depends on political parties.

The party which wins the majority of seats forms the government and its leader usually becomes Prime Minister. The Prime Minister chooses about 20 MPs from his party to become the cabinet of ministers. Each minister is responsible for a particular area in the government. The second largest party becomes the official opposition with its own leader and «shadow cabinet». The leader of the opposition is a recognized post in the House of Commons.

The parliament and the monarch have different roles in the government and they only meet together on symbolic occasions, such as coronation of a new monarch or the opening of the parliament. In reality, the House of Commons is the one of three which has true power.

The House of Commons is made up of six hundred and fifty elected members, it is presided over by the speaker, a member acceptable to the whole house. MPs sit on two sides of the hall, one side for the governing party and the other for the opposition. The first 2 rows of seats are occupied by the leading members of both parties (called «front benches»). The back benches belong to the rank-and-file MPs.

Each session of the House of Commons lasts for 160-175 days. Parliament has intervals during his work. MPs are paid for their parliamentary work and have to attend the sittings.

As mention above, the House of Commons plays the major role in law making. The procedure is the following: a proposed law («a bill») has to go through three stages in order to become an act of Parliament; these are called «readings».

The first reading is a formality and is simply the publication of the proposal. The second reading involves debate on the principles of the bill; it is examination by parliamentary committee.

And the third reading is a report stage, when the work of the committee is reported on to the house. This is usually the most important stage in the process.

When the bill passes through the House of Commons, it is sent to the House of Lords for discussion, when the Lords agree it, the bill is taken to the Queen for royal assent, when the Queen signs the bill, it becomes act of the Parliament and the Law of the Land.

The House of Lords has more than 1000 members, although only about 250 take an active part in the work in the house. Members of this Upper House are not elected; they sit there because of their rank. The chairman of the House of Lords is the Lord Chancellor. And he sits on a special seat, called «Woolsack».

The members of the House of Lords debate the bill after it has been passed by the House of Commons. Some changes may be recommended and the agreement between the two houses is reached by negotiations.

BRITISH TRADITIONS AND CUSTOMS

British nation is considered to be the most conservative in Europe. It is not a secret that every nation and every country has its own customs and traditions. In Great Britain people attach greater importance to traditions and customs than in other European countries. Englishmen are proud of their traditions and carefully keep them up. The best examples are their queen, money system, their weights and measures.

There are many customs and some of them are very old. There is, for example, the Marble Championship, where the British Champion is crowned; he wins a silver cup known among folk dancers as Morris Dancing. Morris Dancing is an event where people, worn in beautiful clothes with ribbons and bells, dance with handkerchiefs or big sticks in their hands, while traditional music-sounds.

Another example is the Boat Race, which takes place on the river Thames, often on Easter Sunday. A boat with a team from Oxford University and one with a team from Cambridge University hold a race.

British people think that the Grand National horse race is the most exciting horse race in the world. It takes place near Liverpool every year. Sometimes it happens the same day as the Boat Race takes place, sometimes a week later. Amateur riders as well as professional jockeys can participate. It is a very famous event.

There are many celebrations in May, especially in the countryside.

Halloween is a day on which many children dress up in unusual costumes. In fact, this holiday has a Celtic origin. The day was originally called All Halloween's Eve, because it happens on October 31, the eve of all Saint's Day. The name was later shortened to Halloween. The Celts celebrated the coming of New Year on that day.

Another tradition is the holiday called Bonfire Night. On November 5, 1605, a man called Guy Fawkes planned to blow up the Houses of Parliament where the king James 1st was to open Parliament on that day. But Guy Fawkes was unable to realize his plan and was caught and later, hanged. The British still remember that Guy Fawkes' Night. It is another name for this holiday. This day one can see children with figures, made of sacks and straw and dressed in old clothes. On November 5th, children put their figures on the bonfire, burn them, and light their fireworks.

In the end of the year, there is the most famous New Year celebration. In London, many people go to Trafalgar Square on New Year's Eve. There is singing and dancing at 12 o'clock on December 31st.

A popular Scottish event is the Edinburgh Festival of music and drama, which takes place every year. A truly Welsh event is the Eisteddfod, a national festival of traditional poetry and music, with a competition for the best new poem in Welsh. If we look at English weights and measures, we can be convinced that the British are very conservative people. They do not use the internationally accepted measurements. They have conserved their old measures. There are nine essential measures. For general use, the smallest weight is one ounce, then 16 ounce is equal to a pound. Fourteen pounds is one stone.

The English always give people's weight in pounds and stones. Liquids they measure in pints, quarts and gallons. There are two pints in a quart and four quarts or eight pints are in one gallon. For length, they have inches: foot, yards and miles.

LONDON

As well as being the capital of England, London is the capital of the United Kingdom. London was founded by the Romans in 43 A.D. and was called Londinium. In 61 A.D. the town was burnt down and when it was rebuilt by the Romans it was surrounded by a wall. That area within the wall is now called the City of London. It is London's commercial and business centre. It contains the Bank of England, the Stock Exchange and the head offices of numerous companies and corporations. Here is situated the Tower of London.

The Tower was built by William the Conqueror who conquered England in 1066. He was crowned at Westminster Abbey. Now most of the Government buildings are located there.

During the Tudor period (16th century) London became an important economic and financial centre. The Londoners of the Elizabethan period built the first theatres. Nowadays the theatre land is stretched around Piccadilly Circus. Not far from it one can see the British Museum and the «Covent Garden» Opera House.

During the Victorian period (19th century) London was one of the most important centers of the Industrial Revolution and the centre of the British Empire. Today London is a great political centre, a great commercial centre, a paradise for theatre-goers and tourists, but it is also a very quiet place with its parks and its ancient buildings, museums and libraries.

LONDON

London is the capital of Great Britain, its political, economic and commercial center. It's one of the largest cities in the world and the largest city in Europe. Its population is about 9 million. London is one of the oldest and most interesting cities in the world. Traditionally it's divided into several parts: the City, Westminster, the West End and the East End.

They are very different from each other and seem to belong to different towns and epochs. The heart of London is the City, its financial and business center. Numerous banks, offices and firms are situated there, including the Bank of England, the Stock Exchange and the Old Bailey. Few people live here, but over a million people come to the City to work. There are some famous ancient buildings within the City. Perhaps the most striking of them is St. Paul's Cathedral, the greatest of British churches. St. Paul's Cathedral has always dominated the center of London. It stands on the site of former Saxon and Norman churches. They latter were destroyed in the Great Fire and the present building, completed in 1710, is the work of the eminent architect Sir Christopher Wren. It is an architectural masterpiece.

Londoners have a particular affection for St. Paul's, which is the largest Protestant Church in England. Its high dome, containing the remarkable Whispering Gallery, is a prominent landmark towering above the multistoried buildings which line the river-bank.

The Tower of London was one of the first and most impressive castles built after the Norman invasion of England in 1066. Since the times of William I various kings have built and extended the Tower of London and used it for many purposes. The Tower has been used as a royal palace, an observatory, an arsenal, a state prison, and many famous and infamous people have been executed within its walls. It is now a museum. For many visitors the principal attraction is the Crown Jewels, the finest precious stones of the nation. A fine collection of armour is exhibited in the keep. The security of the Tower is ensured by a military garnison and by the Yeoman Warders or Beefeaters, who still wear their picturesque Tudor uniform.

Westminster is the historic, the governmental part of London. Westminster Abbey is a national shrine where the kings and queens are crowned and famous people are buried. Founded by Edward the Confessor in 1050, the Abbey was a monastery for along time. The present building dates largely from the times of Henry 3, who began to rebuild the church, a task which lasted nearly 300 years. The West towers were added in the eighteenth century. Since William I almost every English monarch has been

crowned in this great church, which contains the tombs and memorials of many of Britain's most eminent citizens: Newton, Darwin, Chaucer, Dickens, Tennyson, Kipling and etc. One of the greatest treasures of the Abbey is the oaken Coronation Chair made in 1300. The Abbey is also known for its Poet's Corner. Graves and memorials to many English poets and writers are clustered round about.

Across the road from Westminster Abbey is Westminster Palace, or the Houses of Parliament, the seat of the British Parliament. The Parliament of Great Britain and Northern Ireland consists of the House of Lords and the House of Commons. The House of Lords consists of just over 1,000 members of the different grades of nobility — dukes, marquises, earls, viscounts and barons.

The House of Commons consists of 650 members. They are elected by secret ballot by men and women aged 18 and over. Every Parliament is divided into Sessions. Each of these may last a year and usually begins early in November. The Clock Tower, which contains the hour-bell called Big Ben, is known over the world. The bell is named after Sir Benjamin Hall.

Buckingham Palace is the official residence of the Queen. The West End is the richest and most beautiful part of London. It is the symbol of wealth and luxury. The best hotels, shops, restaurants, clubs, and theatres are situated there. There are splendid houses and lovely gardens belonging to wealthy people.

Trafalgar Square is the geographical center of London. It was named in memory of Admiral Nelson's victory in the battle of Trafalgar in 1805. The tall Nelson's Column stands in the middle of the square. On the north side of Trafalgar Square is the National Gallery and the National Portrait Gallery.

Not far away is the British Museum — the biggest museum in London. It contains a priceless collection of ancient manuscripts, coins, sculptures, etc., and is famous for its library.

The East End is the poorest district of London. There are a lot of factories, workshops and docks here. The streets are narrow, the buildings are unimpressive. The East End is densely populated by working class families.

PLACES OF INTERESTS IN GREAT BRITAIN

Britain is rich in its historic places which link the present with the past. The oldest part of London is Lud Hill, where the city is originated. About a mile west of it there is Westminster Palace, where the king lived and the Parliament met, and there is also Westminster Abby, the coronation church. Liverpool, the «city of ships», is England's second greatest port, ranking after London. The most interesting sight in the Liverpool is the docks. They occupy a river frontage of seven miles.

The University of Liverpool, established in 1903, is noted for its School of Tropical Medicine. And in the music world Liverpool is a well-known name, for it's the home town of «The Beatles».

Stratford-on-Avon lies 93 miles north-west of London. Shakespeare was born here in 1564, and here he died in 1616.

Cambridge and Oxford Universities are famous centers of learning. Stonehenge is a prehistoric monument, presumably built by Druids, members of an order of priests in ancient Britain. Tintagel Castle is King Arthur's reputed birthplace. Canterbury Cathedral is the seat of the Archbishop of Canterbury, head of the Church of England.

The British Museum is the largest and richest museum in the world. It was founded in 1753 and contains one of the world's richest collections of antiquities. The Egyptian Galleries contain human and animal mummies. Some parts of Athens' Parthenon are in the Greek section.

Madam Tussaud's Museum is an exhibition of hundreds of life-size wax models of famous people of yesterday and today. The collection was started by Madam Tussaud, a French modeller in wax, in the 18th century. Here you can meet Marilyn Monroe, Elton John, Picasso, the Royal Family, the Beatles and many others: writers, movie stars, singers, politicians, sportsmen, etc.

5. Подготовка к экзамену

Подготовка к экзамену включает в себя повторение всех изученных тем курса.

Билет на экзамен включает в себя тест и практико-ориентированное задание.

<i>Наименование оценочного средства</i>	<i>Характеристика оценочного средства</i>	<i>Методика применения оценочного средства</i>	<i>Наполнение оценочного средства в КОС</i>	<i>Составляющая компетенции, подлежащая оцениванию</i>
Экзамен:				
Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Тест состоит из 20 вопросов.	КОС - тестовые задания	Оценивание уровня знаний, умений, владений
Практико-ориентированное задание	Задание, в котором обучающемуся предлагают осмыслить реальную профессионально-ориентированную ситуацию	Количество заданий в билете – 1. Предлагаются задания по изученным темам в виде практических ситуаций.	КОС-Комплект заданий	Оценивание уровня знаний, умений и навыков

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ**

ИНОСТРАННЫЙ ЯЗЫК

Направление

29.03.04 Технология художественной обработки материалов

Профиль

Технология художественной обработки материалов

форма обучения: очная

Екатеринбург
2020

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕМА 1. Бытовая сфера общения (Я и моя семья).....	3
1.1 Лексические единицы, необходимые для освоения темы	3
1.2 Устные темы для развития коммуникативной компетенции	5
1.3 Систематизация грамматического материала: теория и упражнения	6
ТЕМА 2. Учебно-познавательная сфера общения (Я и мое образование)	35
2.1 Лексические единицы, необходимые для освоения темы	35
2.2 Устные темы для развития коммуникативной компетенции	36
2.3 Систематизация грамматического материала: теория и упражнения	38
ТЕМА 3. Социально-культурная сфера общения (Я и моя страна. Я и мир)	53
3.1 Лексические единицы, необходимые для освоения темы	53
3.2 Устные темы для развития коммуникативной компетенции	54
3.3 Систематизация грамматического материала: теория и упражнения	58
ТЕМА 4. Профессиональная сфера общения (Я и моя будущая специальность)	74
4.1 Лексические единицы, необходимые для освоения темы	74
4.2 Устные темы для развития коммуникативной компетенции	82
4.3 Систематизация грамматического материала: теория и упражнения	82

ТЕМА 1. Бытовая сфера общения (Я и моя семья)

Тематика общения:

1. Я и моя семья.
2. Дом, жилищные условия.
3. Мой рабочий день.
4. Досуг и развлечения.

Проблематика общения:

1. Взаимоотношения в семье, семейные традиции.
2. Устройство квартиры/загородного дома.
3. Рабочий день студента.
4. Досуг в будние и выходные дни, активный и пассивный отдых.

1.1 Запомните слова и выражения, необходимые для освоения тем курса:

родственник	relative, relation
родители	parents
мать (мама)	mother (mom, mum, mama, mamma, mummy, ma)
отец (папа)	father (dad, daddy, papa, pa)
жена	wife
муж	husband
супруг(а)	spouse
ребенок, дети	child, children
дочь	daughter
сын	son
сестра	sister
брат	brother
единственный ребенок	only child
близнец	twin
близнецы, двойняшки	twins
брат-близнец	twin brother
сестра-близнец	twin sister
однояйцевые близнецы	identical twins
тройняшки	triplets
бабушка и дедушка	grandparents
бабушка	grandmother (grandma, granny, grandmamma)
дедушка	grandfather (grandpa, granddad, grandpapa, grandad)
внуки	grandchildren
внучка	granddaughter
внук	grandson
прабабушка	great-grandmother
прадедушка	great-grandfather
прабабушка и прадедушка	great-grandparents
правнуки	great-grandchildren
тётя	aunt
дядя	uncle
крестный (отец)	godfather
крестная (мать)	godmother
отчим, приемный отец	stepfather
мачеха, приемная мать	stepmother
сводный брат	stepbrother
сводная сестра	stepsister
брат по одному из родителей	half-brother
сестра по одному из родителей	half-sister

приемный, усыновленный сын	adopted son
приемная, удочеренная дочь	adopted daughter
приемный ребенок	adopted child
патронатная семья, приемная семья	foster family
приемный отец	foster father
приемная мать	foster mother
приемные родители	foster parents
приемный сын	foster son
приемная дочь	foster daughter
приемный ребенок	foster child
неполная семья (с одним родителем)	single-parent family
родня	the kin, the folks
племянница	niece
племянник	nephew
двоюродный брат	cousin (male)
двоюродная сестра	cousin (female)
двоюродный брат (сестра), кузен (кузина)	first cousin
троюродный брат (сестра)	second cousin
четвероюродный брат (сестра)	third cousin
родня со стороны мужа или жены	in-laws
свекровь	mother-in-law (husband's mother)
свёкор	father-in-law (husband's father)
тёща	mother-in-law (wife's mother)
тесть	father-in-law (wife's father)
невестка, сноха	daughter-in-law
зять	son-in-law
шурин, свояк, зять, деверь	brother-in-law
свояченица, золовка, невестка	sister-in-law
семейное положение	marital status
холостой, неженатый, незамужняя	single
женатый, замужняя	married
брак	marriage
помолвка	engagement
помолвленный, обрученный	engaged
развод	divorce
разведенный	divorced
бывший муж	ex-husband
бывшая жена	ex-wife
расставшиеся, не разведенные, но не проживающие одной семьей	separated
вдова	widow
вдовец	widower
подружка, невеста	girlfriend
друг, парень, ухажер	boyfriend
любовник, любовница	lover
ухажер, жених, подружка, невеста, обрученный	fiance
свадьба	wedding
невеста на свадьбе	bride
жених на свадьбе	(bride)groom
медовый месяц	honeymoon

1.2 Подготовьте устный рассказ по теме на основе предложенного:

My family

My name is Vladimir Petrov. I am ... years old. I was born in 19... in Nizhniy Tagil. I went to school when I was 7. In 20... I finished school number 10 in Ekaterinburg. This year I entered the Ural State Mining University. In five years I shall graduate from this University.

I live in the center of Ekaterinburg. I work at the Ministry of Foreign Trade. I'm an engineer & I am also a student. Many engineers in our Ministry learn foreign languages.

My family is not large. I have a wife & two children. My wife's name is Ann & children's names are Nick & Natalie.

My wife is an economist. My wife is a young woman. She is twenty – nine years old. She works at the Ministry of Foreign Trade, too. She goes to the office every day. My wife doesn't learn English. She already knows English very well. She reads many English books, magazines & newspapers. My wife is also a student. She learns German. She likes languages very much & is going to learn French next year.

My daughter is a girl of ten. She goes to school. She has a lot of subjects at school. She also learns English. She also helps her mother at home.

My son is a little boy. He was born five years ago. I take him to the kindergarten every morning.

My parents are not old. My father is 53. He is an engineer. He graduated from The Ural Polytechnical Institute. He works at a big plant. My mother is 51. She is a teacher. She teaches Russian at school. She graduated from the Leningrad Teachers' Training University.

My sister's name is Katya. She works at an office. Besides she studies at an Evening Department. She is married. Her husband is a doctor. He works at a hospital. They have a little son. He is only six months old.

My elder brother, Boris by name, does not stay with us. He lives in Gorky in a large two-roomed flat. He is a designer. He has also a family of his own. He has a wife & two children: a boy & a girl. Their son is already a pupil. My brother & his family often come to see us. We also visit them sometimes.

I also have a grandfather & a grandmother. They are pensioners. My grandmother looks after the house & does the cooking. We usually take our children to the country in summer to stay with their grandparents. They love their grandchildren very much.

My student's life

I'm a student of The Ural State Mining University. I have been a student only one month. I can't speak English very well yet. I am just a beginner. I live in a hostel. It is rather a long way from the University. In fact, it takes me about an hour to get to the University. But it gives me no trouble at all, as I like to get up early. I don't need an alarm-clock to wake me up. I am an early - riser.

Though the hostel is far from the University it is very comfortable & has all modern conveniences.

As a rule I get up at 6.30, do morning exercises & have shower. I don't have a bath in the morning; I have a bath before I go to bed.

For breakfast I have a boiled egg & a cup of coffee in order not to waste the time. At about 7.30 I am quite ready to go. It is about 5 minutes walk from the hostel to the stop. I usually take the 7.40. bus. I walk to the stop as I have plenty of time to catch my bus.

I come to the University 5 minutes before the lesson begins. So I can have a chat with my friends. The majority of my group mates are from Ekaterinburg the others either come from different towns of our country. We usually have a lot of things to talk about.

We don't go out to the lunch. There is a good canteen at the University. It is on the ground floor. But I should say that you have to stand in a queue to have lunch.

I come to the hostel from the University at about 3 o'clock. I live in a single room & have nobody to speak with. In the evening I sometimes go out with my friends. We go to the cinema if there is something new or to the club if there is a dancing party there. But often I stay in, watch TV programs or listen to the music. Then I read a book for half an hour or so & go to sleep. That doesn't take me long, as a rule.

My flat

I live in Ekaterinburg in a sixteen-storied dwelling house in the center of the city. Five years ago our old wooden house was pulled down & we moved here into three-room flat with all modern conveniences.

Now we have running water, gas, electricity, central heating & a refuse chute. We live on the top floor & from the balcony we have a good view of the park. Besides we needn't mount the staircase because there is a lift to take us up.

The entrance hall is rather small. There is a hallstand & a mirror-stand there.

The sitting-room is a spacious simply furnished room. The floor spacious is about 15 square meters. It is not overcrowded with furniture. Everything fits in well. Nothing is out of place here. Next to the window there is a sofa with a stand – lamp. The bookcase in the corner of the room is full of books. On the left there are two comfortable arm-chairs opposite the TV-set & leaf – table.

In the bedroom we have dark brown suite of furniture of the latest model & thick carpet. Near the wall there is a divan-bed. In the built-in-wardrobe we keep our clothes & bed linen. The adjoining room is the children's room. The bright pattern of the curtains & of wall paper makes the room look gay. There is a writing desk with a desk lamp, a small sofa & a lot of toys there.

In the kitchen there is a fridge, a cupboard, a kitchen table & a gas-stove. Over the sink there is a plate-rack. All kitchen utensils are close at hand.

In the corridor there is a built-in-closet, where we keep our vacuum-cleaner, electric iron & other household objects.

In the bathroom there is a bath-tub & a shower, a towel-rack & a wash-basin with a shelf above it. There tooth-brushes, a cake of soap & some shaving articles on it. Near the bath-room there is a lavatory.

There is nothing special about our flat, no rich decorations but we are accustomed to it & cannot compare it to the old one.

1.3 Систематизация грамматического материала:

1. Порядок слов в повествовательном и побудительном предложениях. Порядок слов в вопросительном предложении. Безличные предложения.
2. Местоимения (указательные, личные, возвратно-усилительные, вопросительные, относительные, неопределенные).
3. Имя существительное. Артикли (определенный, неопределенный, нулевой).
4. Функции и спряжение глаголов *to be* и *to have*.оборот *there+be*.
5. Имя прилагательное и наречие. Степени сравнения. Сравнительные конструкции.
6. Имя числительное (количественные и порядковые; чтение дат).

Порядок слов в английском предложении

В русском языке, благодаря наличию падёжных окончаний, мы можем переставлять члены предложения, не меняя основного смысла высказывания. Например, предложения Студенты изучают эти планы и Эти планы изучают студенты совпадают по своему основному смыслу. Подлежащее в обоих случаях - студенты, хотя в первом предложении это слово стоит на первом месте, а во втором предложении - на последнем.

По-английски такие перестановки невозможны. Возьмём предложение The students study these plans Студенты изучают эти планы. Если подлежащее и дополнение поменяются местами, то получится бессмыслица: These plans study the students Эти планы изучают студентов. Произошло это потому, что слово plans, попав на первое место, стало подлежащим.

Английское предложение имеет твёрдый порядок слов.

Порядок слов в английском предложении показан в этой таблице:

I	II	III Дополнение	IV Обстоятельство
---	----	----------------	----------------------

Подлежащее	Сказуемое	Косвенное без предлога	Прямое	Косвенное с предлогом	
We Мы	study изучаем		math математику		
He Он	gives дает	us нам	lessons уроки		in this room. в этой комнате
She Она	reads читает		her notes свои заметки	to Peter Петру	every day. каждый день

Вопросительное предложение

Общее правило построения вопросов в английском языке таково: Все вопросы (кроме специальных вопросов к подлежащему предложения) строятся путем инверсии. Инверсией называется нарушение обычного порядка слов в английском предложении, когда сказуемое следует за подлежащим.

В тех случаях, когда сказуемое предложения образовано без вспомогательных глаголов (в Present и Past Indefinite) используется вспомогательный глагол to do в требуемой форме - do/does/did.

Общие вопросы

Общий вопрос задается с целью получить подтверждение или отрицание высказанной в вопросе мысли. На общий вопрос обычно дается краткий ответ: "да" или "нет".

Для построения общего вопроса вспомогательный или модальный глагол, входящий в состав сказуемого, ставится в начале предложения перед подлежащим.

а) Примеры сказуемого с одним вспомогательным глаголом: Is he speaking to the teacher?
- Он говорит с учителем?

б) Примеры сказуемого с несколькими вспомогательными глаголами:

You will be writing letters to us. – Ты будешь писать нам письма.

Will you be writing letters to us? – Будешь ли ты писать нам письма?

Примеры с модальными глаголами:

She can drive a car. – Она умеет водить машину.

Can she drive a car? - Она умеет водить машину? (Yes, she can.; No, she cannot)

Когда в составе сказуемого нет вспомогательного глагола (т.е. когда сказуемое выражено глаголом в Present или Past Indefinite), то перед подлежащим ставятся соответственно формы do / does или did; смысловой же глагол ставится в форме инфинитива без to (словарная форма) после подлежащего.

С появлением вспомогательного глагола do на него переходит вся грамматическая нагрузка - время, лицо, число: в Present Indefinite в 3-м лице ед. числа окончание -s, -es смыслового глагола переходит на глагол do, превращая его в does; а в Past Indefinite окончание прошедшего времени -ed переходит на do, превращая его в did.

Do you go to school? – Ходишь ли ты в школу?

Do you speak English well? - Ты хорошо говоришь по-английски?

Ответы на общие вопросы

Общий вопрос требует краткого ответа "да" или "нет", которые в английском языке образуются следующим образом:

а) Положительный состоит из слова Yes за которым (после запятой) идет подлежащее, выраженное личным местоимением в им. падеже (никогда не используется существительное) и тот вспомогательный или модальный глагол, который использовался в вопросе (вспомогательный глагол согласуется с местоимением ответа);

б) Отрицательный ответ состоит из слова No, личного местоимения и вспомогательного (или модального) глагола с последующей частицей not

Например: Are you a student? - Ты студент?

Yes, I am. - Да.; No, I am not. - Нет.

Do you know him? – Ты знаешь его?

Yes, I do. – Да (знаю).; No, I don't. – Нет (не знаю).

Специальные вопросы

Специальный вопрос начинается с вопросительного слова и задается с целью получения более подробной уточняющей информации. Вопросительное слово в специальном вопросе заменяет член предложения, к которому ставится вопрос.

Специальные вопросы могут начинаться словами:

who? – кто? whom? – кого? whose? – чей? what? – что? какой? which? –
который?

when? – когда? where? – где? куда? why? – почему? how? – как?

how much? – сколько? how many? – сколько? how long? – как долго?

сколько времени?

how often? – как часто?

Построение специальных вопросов:

1) Специальные вопросы ко всем членам предложения, кроме подлежащего (и его определения) строятся так же, как и общие вопросы – посредством инверсии, когда вспомогательный или модальный глагол ставится перед подлежащим.

Специальный вопрос (кроме вопроса к подлежащему) начинается с вопросительного слова или группы слов за которым следуют вспомогательный или модальный глагол, подлежащее и смысловой глагол (сохраняется структура общего вопроса).

Вопрос к прямому дополнению:

What are you reading? Что ты читаешь?

What do you want to show us? Что вы хотите показать нам?

Вопрос к обстоятельству

Обстоятельства бывают разного типа: времени, места, причины, условия, образа действия и др.

He will come back tomorrow. – Он вернется завтра.

When will he come back? – Когда он вернется?

What did he do it for? Зачем он это сделал?

Where are you from?

Вопрос к определению

Вопрос к определению начинается с вопросительных слов what какой, which (of) который (из), whose чей, how much сколько (с неисчисляемыми существительными), how many сколько (с исчисляемыми существительными). Они ставятся непосредственно перед определяемым существительным (или перед другим определением к этому существительному), а затем уже идет вспомогательный или модальный глагол.

What books do you like to read? Какие книги вы любите читать?

Which books will you take? Какие книги (из имеющихся) вы возьмете?

Вопрос к сказуемому

Вопрос к сказуемому является типовым ко всем предложениям: "Что он (она, оно, они, это) делает (делал, будет делать)?", например:

What does he do? Что он делает?

Специальные вопросы к подлежащему

Вопрос к подлежащему (как и к определению подлежащего) не требует изменения прямого порядка слов, характерного для повествовательного предложения. Просто подлежащее (со всеми его определениями) заменяется вопросительным местоимением, которое исполняет в вопросе роль подлежащего. Вопросы к подлежащему начинаются с вопросительных местоимений:

who – кто (для одушевленных существительных)

what – что (для неодушевленных существительных)

The teacher read an interesting story to the students yesterday.

Who read an interesting story to the students yesterday?

Сказуемое в таких вопросах (после who, what в роли подлежащего) всегда выражается глаголом в 3-м лице единственного числа (не забудьте про окончание -s в 3-м лице ед. числа в Present Indefinite. Правила образования -s форм см. здесь.):

Who is reading this book? Кто читает эту книгу?

Who goes to school?

Альтернативные вопросы

Альтернативный вопрос задается тогда, когда предлагается сделать выбор, отдать чему-либо предпочтение.

Альтернативный вопрос может начинаться со вспомогательного или модального глагола (как общий вопрос) или с вопросительного слова (как специальный вопрос) и должен обязательно содержать союз or - или. Часть вопроса до союза or произносится с повышающейся интонацией, после союза or - с понижением голоса в конце предложения.

Например вопрос, представляющий собой два общих вопроса, соединенных союзом or: Is he reading or is he writing?

Did he pass the exam or did he fail?

Вторая часть вопроса, как правило, имеет усеченную форму, в которой остается (называется) только та часть, которая обозначает выбор (альтернативу):

Is he reading or writing?

Разделительные вопросы

Основными функциями разделительных вопросов являются: проверка предположения, запрос о согласии собеседника с говорящим, поиски подтверждения своей мысли, выражение сомнения.

Разделительный (или расчлененный) вопрос состоит из двух частей: повествовательной и вопросительной.

Первая часть - повествовательное утвердительное или отрицательное предложение с прямым порядком слов.

Вторая часть, присоединяемая через запятую, представляет собой краткий общий вопрос, состоящий из местоимения, заменяющего подлежащее, и вспомогательного или модального глагола. Повторяется тот вспомогательный или модальный глагол, который входит в состав сказуемого первой части. А в Present и Past Indefinite, где нет вспомогательного глагола, употребляются соответствующие формы do/ does/ did.

В второй части употребляется обратный порядок слов, и она может переводиться на русский язык: не правда ли?, не так ли?, верно ведь?

1. Если первая часть вопроса утвердительная, то глагол во второй части стоит в отрицательной форме, например:

You speak French, don't you? You are looking for something, aren't you? Pete works at a plant, doesn't he?

2. Если первая часть отрицательная, то во второй части употребляется утвердительная форма, например:

It is not very warm today, is it? John doesn't live in London, does he?

Выполните упражнения на закрепление материала:

1. Write questions and answers for the following statements, as in the example.

- 1 Paul was tired when he got home.
...Was Paul tired when he got home? Yes, he was...
- 2 They live in London.
- 3 She can't play the piano.
- 4 The film starts at nine o'clock.
- 5 You had an English lesson last night.
- 6 She has got blue eyes.
- 7 We didn't want to go to the beach.
- 8 He should follow the doctor's advice.

2. Write the short form of the following negative questions

- 1 Can they not decide where to go on holiday?
...*Can't they decide where to go on holiday?*...
- 2 Did Claire not invite you to her party?
- 3 Do you not enjoy watching horror films?
- 4 Have you not finished your homework yet?
- 5 Can she not go to town on her own?
- 6 Does he not know where we live?
- 7 Has Sue not done the shopping for you?
- 8 Did he not give you any details?

3. Fill in the gaps with the correct question word(s).

A: Now for the general knowledge part of the quiz.

1) ...*What...* is the capital of Egypt?

B: Cairo.

A: That's correct. 2) ... can you see the Mona Lisa?

B: In the Louvre, in Paris.

A: Well done, that's right. 3) ... wrote 'Romeo and Juliet'?

B: Charles Dickens.

A: No, that's incorrect. It was Shakespeare. 4) ... are the Olympic Games held?

B: Every four years.

A: Correct. 5) ... did the Second World War begin?

B: I think it was in 1939.

A: Yes, you're right. And the final question in this round is: 6) ... players are there in a hockey team?

B: Eleven.

A: Correct. Well, at the end of that round, Contestant 2 has the most points, so he goes through to the final round to play for our star prize.

4. Fill in who, whose, what, which, where, when, how long, how often, what time, why, how much or how many.

is your jacket?' 'It's the red one.'

1. '...*Which...* is your jacket?' 'It's the red one.'
2. '...is your birthday?' 'It's next week.'
3. '... is Mary?' 'She's in her bedroom.'
4. '... have you been waiting?' 'Only five minutes.'
5. '... do you go shopping?' 'Once a week.'
6. '... are you doing at the moment?' 'I'm watching TV.'
7. '... are you writing to?' 'Uncle Tom.'
8. '...do you start work?' 'At nine o'clock in the morning.'
9. '... pieces of toast do you want?' 'Two, please.'
10. '... isn't she at work today?' 'Because she's ill.'
11. '... did you spend last month?' 'About £500.'
12. '... party are you going tonight?' 'Alison's'

5. Fill in the gaps with what, which or how.

1 A: ...*What...* do you want to do when you leave school?

B: I'm not really sure. I'd like to be a vet.

2 A: ... bag do you prefer - the black one or the brown one?

B: I like the black one best.

3 A: ... old are you?

B: It was my birthday last week. Now I'm fifteen.

4 A: ... did you get my telephone number?

B: I looked in the staff address book.

5 A: ... shall we do on Saturday?

B: Let's just stay at home and watch a video.

6 A: ... house did you prefer — the one we saw first or second?

B: I didn't like either. We'll have to keep looking.

7 A: ... many pairs of shoes did you buy last year?

B: Only two. One in the summer and one in the winter.

8 A: ... is your favourite food?

B: Roast chicken.

6. Write questions to which the words in bold are the answers.

1 **The tiger** is the largest member of the cat family.

...Which is the largest member of the cat family?...

2 A mature male tiger weighs **between 160 and 230 kg**.

3 Tigers are usually **orange with black stripes**.

4 Tigers live **in Russia, China, India and South-East Asia**.

5 **The Javan tiger, the Bali tiger and the Caspian tiger** are extinct.

6 Tigers eat **a variety of smaller animals, including deer**.

7 Tigers can produce young **at any time of year**.

8 Tigers usually have **two or three** cubs at a time.

9 Tigers live **for an average of eleven years**.

10 Tigers are hunted **for sport or for their fur**.

7. Write questions to which the words in bold are the answers.

Claudette is **32 years old**. She lives **in Paris, France**, and has lived there **since she was 5 years old**. Claudette works as **a lawyer** for a successful law firm, and she travels to work **by car** every day. Claudette is married. Her husband's name is **Jean**. They have **two** dogs. She loves **to take the dogs for long walks** every evening **after work**. Claudette has several hobbies, such as **reading and playing the piano**, but her **favourite hobby is cooking**. Jean thinks this is good, too, **because he gets to eat the wonderful meals she makes**.

8. Write questions to which the words in bold are the answers.

1 **The Petersons** have bought a dog.

...Who has bought a dog?...

2 The Petersons have bought **a dog**.

...What have the Petersons bought?...

3 Rachel is writing **a letter**.

4 **Rachel** is writing a letter.

5 **Brian** likes this car.

6 Brian likes **this car**.

7 Dad broke **the window**.

8 **Dad** broke the window.

9 **Mother** will make a birthday cake.

10 Mother will make **a birthday cake**.

11 **Robin** is going to bake some biscuits.

12 Robin is going to bake **some biscuits**.

9. Write questions to which the words in bold are the answers.

1 Wendy doesn't agree with **her friend's decision**.

...What doesn't Wendy agree with?...

2 James is listening to **some old records**.

3 Sharon is waiting for **the bus**.

4 The boys were talking about **football**.

5 She has got a letter from **her pen-friend**.

6 Martin is thinking about **his holiday**.

7 This jacket belongs to **Stacey**.

8 Pauline was married to **Nigel**.

10. Complete the questions.

1 There are two books. The one on the table is Sue's.

- a) 'Which ...*book is Sue's...*?' 'The one on the table.'
- b) 'Whose ...*book is on the table...*?' 'Sue's.'
- 2 Steven wrote four letters.
- a) 'Who ... ?' 'Steven.'
- b) 'How many ... ?' 'Four.'
- 3 Teresa is going to wash the car.
- a) 'Who ... ?' 'Teresa.'
- b) 'What ... ?' 'The car.'
- 4 Kate visited John in hospital yesterday.
- a) 'Who ... ?' 'Kate.'
- b) 'Who ... ?' 'John.'
- 5 David has taken Frank's new CD.
- a) 'Whose ...?' 'Frank's.'
- b) 'Who ...?' 'David.'
- 6 Alice is going to the cinema tonight.
- a) 'Who ...?' 'Alice.'
- b) 'Where ...?' 'The cinema.'

Безличные предложения

Поскольку в английском языке подлежащее является обязательным элементом предложения, в безличных предложениях употребляется формальное подлежащее, выраженное местоимением *it*. Оно не имеет лексического значения и на русский язык не переводится.

Безличные предложения используются для выражения:

1. Явлений природы, состояния погоды: *It is/(was) winter.* (Была) Зима. *It often rains in autumn.* Осенью часто идет дождь. *It was getting dark.* Темнело. *It is cold.* Холодно. *It snows.* Идет снег.

2. Времени, расстояния, температуры: *It is early morning.* Раннее утро. *It is five o'clock.* Пять часов. *It is two miles to the lake.* До озера две мили. *It is late.* Поздно.

3. Оценки ситуации в предложениях с составным именным (иногда глагольным) сказуемым, за которым следует подлежащее предложения, выраженное инфинитивом, герундием или придаточным предложением: *It was easy to do this.* Было легко сделать это.

It was clear that he would not come. Было ясно, что он не придет.

4. С некоторыми глаголами в страдательном залоге в оборотах, соответствующих русским неопределенно-личным оборотам: *It is said he will come.* Говорят, он придет.

Местоимение. The Pronoun.

Классификации местоимений.

1	personal	личные
2	possessive	притяжательные
3	demonstrative	указательные
4	indefinite and negative	неопределенные и отрицательные
5	quantifiers	количественные
6	reflexive	возвратные
7	reciprocal	взаимные
8	relative	относительные
9	defining	определятельные
10	interrogative	вопросительные

I. Личные (personal) местоимения

Общий падеж		Объектный падеж	
I	я	me	мне, меня
he	он	him	его, ему

she	она	her	ей, о ней
it	оно, это	it	ей, ему, этому
we	мы	us	нам, нас
they	они	them	им, их
you	ты, вы	you	тебе, вам
Внимание! He (он) и she (она) в английском языке можно говорить только про людей. Все остальные английские существительные (предметы, животные, явления природы, чувства и т. д.) - обозначаются – it (оно, это).			
he	she	it	
a boy – мальчик a man – мужчина brother – брат father – отец Nick – Николай Mr Grey – мистер Грей	a girl – девочка a woman – женщина sister – сестра mother – мама Kate – Катя Mrs Grey – миссис Грей	a cat – кот a wall – стена rain – дождь love – любовь a hand – рука an apple – яблоко	

Англичане говорят **It's me**, а не **It's I** (это я).

II. Притяжательные (possessive) местоимения

Притяжательные местоимения выражают принадлежность и имеют в английском языке две формы - основную (после этой формы обязательно требуется существительное).

Whose pen is it? - Чья это ручка? - It's my pen. - Это моя ручка.

И абсолютную (существует самостоятельно, без существительного) - **It's mine. - Это моя.**

Личное местоимение	Основная форма	Абсолютная форма
I – я he – он she – она it – оно, это we – мы you – ты, вы they – они	my (toy) - моя (игрушка) his (toy) - его (игрушка) her (toy) - ее (игрушка) its (toy) - его (не о человеке) our (toy) - наша (игрушка) your (toy) - ваша, твоя (игрушка) their (toy) - их (игрушка)	his - его hers - ее its - его (этого) ours - наша yours - ваша, твоя theirs - их

III. Указательные (demonstrative) местоимения

this (это, эта, этот) – **these** (эти)

that (то, та, тот) - **those** (те)

IV. Неопределенные (indefinite) и отрицательные (negative) местоимения

Местоимения **some, any, every**, и их производные

- Если у вас есть, например, яблоки и вы знаете, сколько их, вы говорите:

I have/I have got three apples. У меня есть 3 яблока,

- Если вы не знаете точное количество, то используйте неопределенное местоимение **some: I have/I have got apples. У меня есть несколько яблок (некоторое количество).**

Производные от неопределенных местоимений

Слово **“think”** обозначает **“вещь”** (не обязательно материальная).

Слово **“body”** обозначает **“тело”**. Эти слова являются основой для целого ряда словообразований.

Thing используется для неодушевленных (что-то):

some

something – что-то, что-нибудь

any		anything - что-то, что-нибудь
	thing	
no		nothing - ничего, ничто
every		everything - все
Body/one - для одушевленных (кто-то):		
some		somebody/someone – кто-то, кто-нибудь
any		anybody/anyone - кто-то, кто-нибудь
	body/one	
no		nobody / no one - никого, никто
every		everybody /everyone – все, каждый
Местоимение some и основа body должны произноситься и писаться слитно, в противном случае вместо somebody – кто-то, получится some body - какое-то тело, Something/somebody/someone - в утвердительных предложениях, anything/anybody/anyone - в отрицательных и вопросительных предложениях, nothing/nobody/no one – в отрицательных. Anything/anybody/anyone - также используются в утвердительных предложениях, но в значении что угодно/кто угодно		

somewhere - где-нибудь, куда-нибудь	anywhere - где угодно
nowhere - нигде	everywhere - везде

V. Количественные (quantifiers) местоимения

Many и much - оба слова обозначают “много”, С исчисляемыми существительными (теми, которые можно посчитать, можно образовать множественное число) используется слово many , а с неисчисляемыми - слово much .	
many girls - много девочек many boys - много мальчиков many books - много книжек	much snow - много снега much money - много денег much time - много времени
How many? } сколько?	How many girls? - Сколько девочек? How much sugar? - Сколько сахара? How much sugar? - Сколько сахара?
How much?	
a lot of... - много - используется и с исчисляемыми, и с неисчисляемыми существительными a lot без (of) используется и без существительного.	a lot of girls – много девочек sugar - много сахара
Сравните: He writes a lot of funny stories. Он пишет много забавных рассказов. He writes a lot . Он много пишет.	
В утвердительных предложениях используйте a lot of . В отрицательных и в вопросительных many/much , Сравните: (+) My grandmother often cooks a lot of tasty things. Моя бабушка часто готовит много вкусного. (-) But we don't eat much . Но мы не едим много. (?) Do you eat much? Вы много едите? Иногда слова much и a lot являются синонимами слова “часто”: Do you ski much ? Вы много (часто) катаетесь на лыжах? No, not much (= not often). Нет, не часто.	

Few, little, a few, a little

С неисчисляемыми существительными используйте слово **little** (мало), а с исчисляемыми - **few** (мало).

few books - мало книг few girls - мало девочек few boys - мало мальчиков	little time - мало времени little money - мало денег little snow - мало снега
little } мало (т.е. надо еще)	a little } немного (т.е. пока хватает)

few	a few
------------	--------------

VI. Возвратные (reflexive) местоимения

Возвратные местоимения образуются от личных местоимений в объектном падеже и притяжательных местоимений прибавлением - **self** в единственном числе и - **selves** во множественном числе. Возвратные местоимения используются для того, чтобы показать, что объект, названный подлежащим предложения сам совершает действие.

Личное местоимение	Возвратное местоимение	Пример	Перевод
I	myself	I did it myself.	Я сделал это сам
he	himself	He did it himself.	Он сделал это сам.
she	herself	She did it herself.	Она сделала это сама
you	yourself	You did it yourself.	Вы сделали это сами.
they	themselves	They did it themselves.	Они сделали это сами.
we	ourselves	We did it ourselves.	Мы сделали это сами.

VII. Взаимные (reciprocal) местоимения

Each other - друг друга (относится к двум лицам или предметам).

One another - друг друга (относится к большому количеству лиц или предметов).

They spoke to each other rather friendly. Они разговаривали друг с другом довольно дружелюбно.

They always help one another. Они всегда помогают друг другу.

VIII. Относительные (relative) местоимения

Who (whom), whose, which, that

who	Именительный падеж <u>who</u> (подлежащее) The girl <u>who</u> is playing the piano is my sister. Девочка, которая играет на пианино, - моя сестра.
	Объектный падеж <u>whom</u> (дополнение) The man <u>whom</u> I love the best is your brother. Человек, которого я люблю больше всех, - твой брат.
which	Для неодушевленных предметов и животных The flowers <u>which</u> you brought me were pretty nice. Цветы, которые ты мне принес, очень милые.
whose	Для одушевленных существительных This is the man <u>whose</u> book we read yesterday. Это человек, книгу которого мы читали вчера.
	Для неодушевленных существительных We saw the tree <u>whose</u> leaves were absolutely yellow. Мы увидели дерево, листья которого были абсолютно желтыми.
that	Для одушевленных существительных This is the man <u>that</u> we saw yesterday. Это мужчина, которого мы видели вчера.
	Для неодушевленных существительных This is the film <u>that</u> we saw yesterday. Это фильм, который мы видели вчера.

IX. Определительные (defining) местоимения
all

Употребление	Примеры	Перевод
определяет неисчисляемые существительные	He spent all his time fishing on the lake.	Он провел все свое время, ловя рыбу на озере.
определяет исчисляемые существительные	All the boys like football. (the после all!)	Все мальчишки любят футбол.
all = everything	I know all/everything .	Я знаю всё.
all = everybody	All were hungry. Everybody was hungry.	Все были голодны. Все были голодны.
we all = all of us you all = all of you they all = all of them	We all love you very much = All of us love you very much.	Мы все тебя очень любим

both

Употребление	Примеры	Перевод
определяет существительные	Both (the/my) friends like football.	Оба моих друга любят футбол
допускается использование артикля вместо указательных местоимений после both	Both these/the men are Russian.	Оба (эти) мужчины - русские.
употребляется вместо существительного	He gave me two apples. Both were sweet.	Он дал мне два яблока. Оба были сладкими.
they both = both of them you both = both of you we both = both of us	They both (both of them) came to visit us.	Они оба пришли навестить нас.
в устойчивой конструкции both...and .	Both mother father were at home	И мама, и папа были дома.
в отрицательных предложениях вместо both используется neither	Both of them know English. Neither of them know English.	Они оба знают английский. Ни один из них не знает английского.

either/neither

	Употребление	Примеры	Перевод
either	любой из двух (артикл не ставится)	I've got 2 cakes. Take either cake.	У меня 2 пирожных. Возьми любое.
	каждый, оба, и тот, и другой	There are windows on either side of the house.	С обеих сторон дома есть окна.
	заменяет существительное (глагол в ед. числе)	Either of dogs is always hungry.	Любая из собак вечно голодная.
neither	отрицательное местоимение-определение (ни тот, ни другой)	Neither of examples is correct.	Ни один из примеров не верен.
	в констр. neither... nor (ни... ни)	I like neither tea, nor coffee.	Я не люблю ни чай, ни кофе.

other, another, the other, the others (другой, другие)

	Употребление	Примеры	Перевод
the other	другой (второй), другой из двух	You've got 2 balls: one and the other.	У тебя 2 мяча: один и другой.
another	другой из многих, еще один	Take another ball.	Возьми другой мяч.

			(Любой, но не этот.)
other	другие (любые), не последние	Take other 2 balls.	Возьми другие 2 мяча. (Из многих.)
the others	другие (определенные)	There are 4 balls: 2 balls are red and the others are blue.	Есть 4 мяча: 2 красных, а другие 2 - синие.

X. Вопросительные (interrogative) местоимения

what	что	What's this?	Что это?
which	который	Which of them?	Который из них?
who	кто, кого	Who was that?	Кто это был?
whom	кого	Whom did you meet?	Кого ты встретил?
whose	чей	Whose book is it?	Чья это книга?

Имя существительное. The Noun

Категории	Существительное в русском языке	Существительное в английском языке
Число	Изменяется	Изменяется
Падеж	Изменяется	Не изменяется

Выполните упражнения на закрепление материала:

. Fill in the gaps with the correct subject or object pronoun.

- 1 A: Do your brothers play football?
B: Yes, ...*they*... play ... all the time ... think ...'s a brilliant game.
- 2 A: Does Susan eat chocolate?
B: Yes ... eats ... all the time ... says ...'s her favourite food.
- 3 A: Do your parents know Mr. Jones?
B: Yes, ... know ... very well ... lives next door to
- 4 A: Does Claire like David?
B: No, ... doesn't like ... very much. ... says ...'s too noisy.
- 5 A: Do you listen to rock music?
B: Yes, ... listen to ... all the time. ... think ...'s fantastic.
- 6 A: Does Tony enjoy fishing?
B: Oh, yes ... enjoys ... very much. says ... relaxes him.

2. Fill in the gaps with there or it.

- 1 By the time I got home, ...*it*... was nearly ten o'clock.
- 2 'Is ... your birthday today?' No, ... was last week.'
- 3 Come here, Simon ... is someone here to see you. I think ... is your friend, Rod.
- 4 ... wasn't warm enough to go to the beach, so we went to the cinema.
- 5 ... wasn't very much money left after I had paid for the shopping.

3. Fill in the gaps with one or it.

- 1 A: I need a loaf of bread.
B: I'll buy ...*one*... this afternoon.
- 2 A: Is the phone ringing?
B: I can't hear
- 3 A: 'Titanic' is an amazing film.
B: I know. I've seen ... twice.
- 4 A: When was the last time you read a book?
B: I haven't read ... for months.

- 5 A: Have you got a car?
B: No. I can't afford
- 6 A: Do you like the new Rolling Stones CD?
B: I haven't heard ... yet.
- 7 A: I need a dress for the party.
B: I'll lend you

4. Fill in the correct possessive adjective or pronoun.

- 1 A: Have you met ...*your*... new neighbours yet?
B: No. I've seen ... children in the garden, though.
- 2 A: You took ... coat home last night.
B: I know, I'm sorry. I thought it was ... because they're both black.
- 3 A: What's wrong with Rosie?
B: Oh, she's been having problems with ... back recently.
- 4 A: James is doing well at school.
B: I know ... teacher says he's very advanced for his age.
- 5 A: Is this bag ... ?
B: Oh, yes, thank you. I nearly forgot it.
- 6 A: Julie and Frank are so lucky ... house is beautiful.
B: Yes, and it's so much bigger than ... I envy them.
- 7 A: I like ... shirt. It's like Sandra's.
B: Actually, it is ... I borrowed it from her yesterday.
- 8 A: Why did you lend Tom ... car?
B: Because ... is being repaired at the moment.

5. Fill in its or it's.

- 1 The car is nice to drive, but I don't like ...*its*... colour.
2 This town is wonderful ... got lots of shops!
3 I'm staying at home today because ... cold outside.
4 Let's go in here ... my favourite restaurant.
5 A bird has built ... nest in our garden.
6 The company I work for has changed ... name.

6. Fill in a possessive adjective or the.

- 1 A dog bit him on ...*the*... leg.
2 I banged ... head on the cupboard door.
3 Karen put ... arm around Jane's shoulder.
4 Don't put ... feet on the table!
5 You shouldn't have punched Tom in ... stomach.
6 Paul patted Lisa on ... shoulder.

7. Fill in the gaps with of where necessary, and my, your, etc. own.

- 1 John doesn't live with his parents any more. He's got a flat ...*of his own*...
2 She doesn't travel by bus any more because she's got ... car.
3 I don't need to borrow your umbrella. I've got one
4 Haven't you got ... pen? You're always borrowing mine.
5 My job includes doing research in ... time.
6 Sam is tired of using his friend's computer, so he is going to buy one... .
7 The couple moved into ... house after they got married.
8 Don't let the dog sleep on your bed. It's got a bed

8. Connect the nouns using -'s, -' or ...of...

- 1 car/Helen ...*Helen's car*...
2 the manager/the restaurant
3 shoes/women
4 the results/the test
5 bicycles/my daughters

- 6 secretary/the assistant manager
- 7 the corner/the room
- 8 house/their parents
- 9 the back/the classroom
- 10 shoes/William
- 11 walk/an hour
- 12 partner/Jim
- 13 Rome/the streets
- 14 UN/headquarters

9. Rewrite the sentences using the correct possessive form.

- 1 Nobody went to **the meeting last week**.
...*Nobody went to last week's meeting....*
- 2 The **drive** to the airport takes **two hours**.
- 3 They will get their exam results **six weeks from now**.
- 4 I look after **James - Karen — children**.
- 5 I received the letter in **the post - yesterday**.
- 6 It's autumn. **The tree - the leaves** are falling off.
- 7 Graham never listens to **his doctor - the advice**.
- 8 Are you going to **Jane - Paula - the party**?
- 9 He has never done a hard **day of work** in his life.
- 10 At the moment I'm staying with **a friend - my**.
- 11 I think I'll order **the special of today**.
- 12 The man knocked on **the house - the door**.
- 13 The ticket inspector looked at **the people – the tickets**.
- 14 **Mrs Jones - Miss Smith - cars** are being serviced.
- 15 **The sales target this month** is two million pounds.

10. Fill in the gaps with the correct reflexive pronoun.

- 1 The girl has hurt ... *herself...*
- 2 He put the fire out by ...
- 3 She is looking at ... in the mirror.
- 4 They are serving ...
- 5 He cooked the food by ...
- 6 They bought this house for ...
- 7 They are enjoying ...
- 8 He introduced ...

The Plural Form of Nouns

Образование множественного числа у английских существительных

Способ образования	Примеры	Перевод
после глухих согласных	a book - books a cup - cups	книга - книги чашка - чашки
после звонких согласных и гласных -	a name - names a girl - girls	имя - имена девочка - девочки
после шипящих, свистящих звуков -ch, -sh, -x, -s, -z: -es	a palace - palaces a bush - bushes a box - boxes a church - churches	дворец - дворцы куст - кусты коробка - коробки церковь - церкви
слово заканчивается на -y: 1) гласная +y	a toy - toys a boy - boys	игрушка - игрушки мальчик - мальчики

2) согласная + y	a family - families a story - stories	семья - семьи история - истории
слово заканчивается на <i>-file</i>	a leaf - leaves a shelf - shelves	лист - листья полка - полки

Особые случаи образования множественного числа

Ед. число	Мн. число	Перевод
man	men	мужчина - мужчины
woman	women	женщина - женщины
foot	feet	нога (стопа) - ноги (стопы)
child	children	ребенок - дети
goose	geese	гусь - гуси
mouse	mice	мышь - мыши
ox	oxen	бык - быки
tooth	teeth	зуб - зубы

Слова - заместители существительных Substitutions: one/ones

При повторном использовании одного и того же существительного в одном предложении, вместо него следует использовать one (в единственном числе) и ones (во множественном числе):

This table is bigger than that one - Этот стол больше, чем тот (стол).

These tables are bigger than those ones. - Эти столы больше, чем те (столы).

Со словами one/ones может быть использован артикль, если перед ними стоит прилагательное.	
What apple do you want? Какое ты хочешь яблоко? The red one. Красное.	What apples do you want? Какие яблоки ты хочешь? The red ones. Красные.

Английские существительные не имеют падежных окончаний традиционно выделяют два падежа -общий и притяжательный.

Общий падеж

И. п. Эта девочка хорошо говорит по-английски. Р. п. Это собака той девочки. Д. п. Я дал яблоко той девочке. . В. п. Я вижу маленькую девочку. . Т. п. Я люблю гулять с этой девочкой. П. п. Я часто думаю об этой девочке.	This girl speaks English well. It's a dog of that girl. I gave an apple to that girl. I can see a little girl. I like to play with this girl. I often think about this girl.
--	---

Притяжательный падеж. The Possessive Case

Образование притяжательного падежа

	Образование	Примеры	Перевод
существительные в единственном числе	's	bird's house child's ball	домик птички мячик ребенка
существительные во множественном числе (группа исключений)	's	children's ball women's rights	мячик детей права женщин
существительное во множественном числе	,	girls' toy birds' house	игрушка девочек домик птичек

Формула притяжательного падежа обычно имеют лишь одушевленные существительные, обозначающие живое существо, которому что-то принадлежит,

my mother's book - мамина книга,

this girl's ball - мячик девочки,

the bird's house - домик птички

Для того, чтобы показать принадлежность объекта неодушевленному предмету, используется предлог of:

the handle of the door (ручка (от) двери), но чаще образуется составное существительное door-handle,

Выполните упражнения на закрепление материала:

1. Fill in the gaps with an appropriate noun + of to indicate quantity.

- 1 a ... carton/glass/jug of ... orange juice
- 2 a ... cheese
- 3 a ... bread
- 4 a ... coffee
- 5 a ... water
- 6 a ... wine
- 7 a ... chocolate
- 8 a ... crisps
- 9 a ... honey
- 10 a ... meat
- 11 a ... spaghetti
- 12 a ... flour

2. Fill the gaps with a, an, or some where necessary.

- 1 a) We had ...some... delicious food last night,
b) We had ...a... delicious meal last night.
- 2 a) There is ... beautiful furniture in that shop,
b) There is ... beautiful table in that shop.
- 3 a) I'm thirsty. I need ... drink.
b) I'm thirsty. I need ... water.
- 4 a) She's just bought ... expensive clothes.
b) She's just bought ... expensive dress.
- 5 a) They booked ... room in advance.
b) They booked ... accommodation in advance
- 6 a) The band played ... lovely song.
b) The band played ... lovely music.
- 7 a) We had ... heatwave last week.
b) We had ... hot weather last week.
- 8 a) I can't do this job alone. I need ... assistant
b) I can't do this job alone. I need ... help.
- 9 a) He has got ... heavy luggage to carry.
b) He has got ... heavy suitcase to carry.
- 10 a) I need ... cutlery to eat this food with.
b) I need ... knife and fork to eat this food with.
- 11 a) She has got ... important job to do.
b) She has got ... important work to do.
- 12 a) He found ... coin on the ground.
b) He found ... money on the ground.

3. Complete the sentences using the noun in brackets in the singular or plural form and a/an where necessary.

1. He gave me a box' of my favourite ...chocolates.... (chocolate)
2. His favourite food is (chocolate)
3. She bought ... on her way to work. (paper)
4. He placed all the important ... in his briefcase. (paper)
5. I need some ... to write this message on. (paper)
6. Hurry up! We don't have much (time)
7. She has visited us several ... this month. (time)
8. He has no ... but he is keen to learn. (experience)
9. She had a lot of exciting ... during her travels. (experience)
10. We went far a walk in the ... after lunch. (wood)
11. His desk is made of (wood)
12. Jane is in her... reading a book. (room)
13. We have got plenty of ... for a party in here. (room)
14. I am going to have my ... cut tomorrow. (hair)
15. There was ...in my soup. (hair)
16. I'm thirsty. I need ... of water. (glass)
17. Susan only wears her ... when she reads. (glass)
18. This ornament is made of coloured (glass)
19. Helen bought ... in the sale at the electrical store. (iron)
20. The old gate was made of(iron)

4. Cross out the expressions which cannot be used with the nouns, as in the example.

- 1 There are **several**, **many**, **much**, **plenty of**, **too little** things you can do to help.
- 2 He has met **a couple of**, **a few**, **very little**, **plenty of**, **too much** interesting people.
- 3 She earns **few**, **hardly any**, **plenty of**, **several**, **a great deal** of money.
- 4 We have got **no**, **many**, **lots of**, **a great deal of**, **a few** work to do.
- 5 Don't worry, there's **a little**, **plenty of**, **a couple of**, **many**, **a lot of** time.
- 6 **Both**, **Several**, **A large quantity of**, **Plenty of**, **Too much** students applied for the course.
- 7 He's got **no**, **hardly any**, **a little**, **some**, **a small amount of** qualifications.
- 8 She's got **hardly any**, **several**, **a little**, **a few**, **a lot of** experience in dealing with customers.
- 9 There is **too much**, **a lot of**, **hardly any**, **few**, **several** salt in this soup.
- 10 There is **a little**, **many**, **too much**, **a great number of**, **some** traffic on the roads today.

5. Underline the correct word.

- 1 A: I have a Physics exam tomorrow.
B: Oh dear. Physics **is/are** a very difficult subject.
- 2 A: My office is three miles from my house.
B: Three miles **is/are** a long way to walk to work.
- 3 A: My little brother has got measles.
B: Oh dear. Measles **is/are** quite a serious illness.
- 4 A: Jane looked nice today, didn't she?
B: Yes. Her clothes **were/was** very smart.
- 5 A: I've got two pounds. I'm going to buy a CD.
B: Two pounds **is/are** not enough to buy a CD.
- 6 A: The classroom was empty when I walked past.
B: Yes. The class **was/were** all on a school outing.
- 7 A: Have you just cleaned the stairs?
B: Yes, so be careful. They **is/are** very slippery.
- 8 A: Did you ask John to fix your car?
B: Yes. His advice **was/were** that I take it to a garage.

- 9 A: Did you enjoy your holiday?
B: Yes, thank you. The weather **was/were** wonderful.
- 10 A: These trousers **is/are** very old.
B: You should buy a new pair.
- 11 A: How **is/are** the company doing lately?
B: Great. We opened up two more branches.
- 12 A: 'I am going to travel for two years when I finish school.
B: Two years **is/are** a long time to be away from home.

6. Finish the sentences, as in the example.

- 1 You need a lot of experience to do this job. A lot of experience ...is needed to do this job...
- 2 They gave us some interesting information. The information ...
- 3 She likes Maths more than any other subject. Maths ...
- 4 We had mild weather this winter. The weather ...
- 5 We called the police immediately. The police ...
- 6 I told them some exciting news. The news ...
- 7 He was irritated because of the bad traffic. He was irritated because the ...
- 8 I stayed in very luxurious accommodation. The accommodation ...
- 9 The driver took the luggage out of the car. The luggage ...
- 10 She gave me very sensible advice. The advice she gave me ...
- 11 These shorts are too big for me. This pair of shorts ...
- 12 The hotel is in magnificent surroundings. The hotel surroundings ...
- 13 She's got long blonde hair. Her hair ...

Артикль. The Article

1. Неопределенный a/an (используется перед исчисляемыми существительными в единственном числе)

a cat –кот a dog –собака a boy – мальчик a girl -девочка
a teacher - учитель

2. Определенный the (может использоваться с любыми существительными)

the cat -кот the houses –дома the water -вода the weather –погода
the flowers - цветы

Если слово начинается с гласной буквы, к артиклю "a" добавляется буква "n", для того, чтобы две гласные не сливались: an apple (яблоко), an orange (апельсин), an author (автор) и т. д. Слово "an hour" (час) начинается с согласной буквы "h", но в слове эта буква не читается, т.е. слово начинается с гласного звука, поэтому к артиклю "a" также добавляется n = an

Упоминая объект впервые, перед ним ставят неопределенный артикль a/an при вторичном с упоминании того же самого объекта, перед ним ставят определенный артикль the

I see a cat, Я вижу кота (одного). The cat is black. (этот) Кот – черный.

This is a kitten. Это - котенок. (Один из многих) The kitten is hungry. (этот) Котенок - голодный.

I have a book- У меня есть книга. The book is interesting. (эта) Книга - интересная.

Неопределенный артикль a/an опускается перед исчисляемыми существительными и существительными во множественном числе.

a pen - pens (ручка - ручки) a dog - dogs (собака - собаки) a book - books (книга -книги)
- water (вода) - snow (снег) - meat (мясо)

Использование неопределенного артикля a

один из множества (любой)	This is a cat.
первое упоминание в тексте	I see a bird.
при упоминании профессии	My brother is a pilot.
в восклицательных предложениях	What a good girl! What a surprise!

	Such a fine room!
вместо слова один	She is coming for a week.
в определенных конструкциях there is a... I have a... he has a... I see a... this is a... that is a... It is a... I am a... he/she is a...	There is a book here. I have got a nice coat. He has a kind smile. I see a wolf. This is a dog. That is a doctor. It is a red pen. I am a good swimmer. He/she is a tourist
в ряде устойчивых словосочетаний at a quarter... in a loud, (a low, an angry voice) to have a good time a lot of to go for a walk such a... after a while in a day (a month, a week, a year)	Come at a quarter to 8. Don't speak to him in an angry voice. We had a good time in the country. She has got a lot of presents. Let's go for a walk. He is such a clever boy. You'll see them after a while. We are living in a day.

Использование определенного артикля the

если речь идет о конкретном лице или предмете	The pen is on the table.
при повторном упоминании того же самого объекта	I see a cat. The cat is black.
если слово обозначает нечто, существующее в единственном лице, с частями света	the sun, the moon, the Earth
со словами: only (только), main (главный), central (центральный), left (левый), right (правый), wrong (неправильный), next (следующий), last (последний), final (заключительный)	The only man I love the main road to the left, to the right It was the right answer. the final test
с порядковыми числительными	the first, the tenth
с прилагательными в превосходной степени	the kindest, the most interesting the best
с музыкальными инструментами и танцами	to play the piano, to dance the tango
с обобщающими существительными (класс людей» животных, термины, жанры)	The Britons keep their traditions.
с названиями музеев, кинотеатров, кораблей, галерей, газет, журналов	the Hermitage the Tretyakov Gallery the Aurora the Sesame Street
с названиями океанов, рек, морей, каналов, пустынь, групп, островов, штатов, горных массивов, наименований с of	the Atlantic ocean the Neva river the Black sea Changing of the Guard

Использование определенного артикля в ряде устойчивых словосочетаний

in the middle, in the corner in the morning, In the evening, in the afternoon what's the use? to the cinema, to the theatre, to the shop, to the market	The table is in the middle of the room. I never drink coffee in the evening. What's the use of going there so late? Do you like going to the theatre? He works at the shop. The fact is that I have no money at all.
--	---

at the cinema, at the theatre, at the shop, at the market the fact is (was) that... where is the...? in the country, to the country	Where is the doctor? We always spend summer in the country.
--	--

Сколько бы прилагательных-определений ни стояло перед существительным, все эти определения ставятся между артиклем и существительным: A big, black, fat cat большой, черный, толстый кот.

Случай, когда артикль не употребляется

если, перед существительным стоит притяжательное местоимение	a pen - my pen a dog - his dog the teacher - our teacher the apple - her apple
если перед существительным стоит указательное местоимение	the cats - those cats the books - these books a mouse - this mouse
если стоит другое существительное в притяжательном падеже	a car - father's car the horse - farmer's horse a bike - brother's bike the doll - sister's doll
если перед существительным стоит, количественное числительное	5 balls, 7 bananas, 2 cats
если перед существительным стоит отрицание "no"	She has no children. I see no birds.
перед именами	Mike, Kate, Jim, etc
с названиями дней недели	Sunday, Monday, etc.
с названиями месяцев	May, December, etc.
с названиями времен года	in spring, in winter
с названиями цветов	white, etc. I like green
с названиями спортивных игр	football, chess, etc.
с названиями блюд, напитков	tea, coffee, soup, etc,
с названиями праздников	Easter, Christmas, etc.
с названиями языков, если нет слова (язык). Если есть, нужен артикль the	English, etc. I learn English, the English language
с названиями стран	Russia, France, etc HO: the USA, the United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland, the Netherlands, the Ukraine, the Congo
с названиями городов	Moscow, Paris, etc.
с названиями улиц, площадей	Trafalgar Square
с названиями парков	St James' Park, Hyde Park
с названиями мостов	Tower Bridge
с названиями одиночных гор	Kilimanjaro
с названиями озер	Loch Ness
с названиями континентов	Asia, Australia, etc.
с названиями одиночных островов	Cyprus

если перед существительными стоит вопросительное или отрицательное местоимение	what animals can swim? I know what thing you have lost!
--	--

ГЛАГОЛ (THE VERB)

Глаголом называется часть речи, обозначающая действие или состояние предмета или лица.

В английском языке признаком глагола в неопределенной форме (инфинитиве) является частица to.

По своей структуре глаголы делятся на:

1. Простые, состоящие только из одного корня:

to fire - стрелять; зажигать

to order - приказывать

to read - читать

to play - играть

2. Производные, состоящие из корня и префикса, из корня и суффикса или из корня, префикса и суффикса:

to unpack - распаковывать

to dismiss - увольнять, отпускать

to realize - представлять себе

to shorten - укорачивать (ся)

to encounter - встречать (ся), наталкивать (ся)

to regenerate - перерождаться, возрождаться

3. Сложные, состоящие из двух основ (чаще всего основы существительного или прилагательного и основы глагола):

to broadcast (broad + cast) - передавать по радио

to whitewash (white + wash) - белить

4. Составные, состоящие из глагольной основы и наречия или предлога:

to carry out - выполнять

to sit down - садиться

По значению глаголы делятся на смысловые и служебные.

1. Смысловые глаголы имеют самостоятельное значение, выражают действие или состояние: Lomonosov as a poet and scientist played a great role in the formation of the Russian literary language. Как поэт и ученый Ломоносов сыграл огромную роль в создании русского литературного языка.

2. Служебные глаголы не имеют самостоятельного значения и употребляются для образования сложных форм глагола или составного сказуемого. Они являются спрягаемым элементом сказуемого и в его формах выражается лицо, число и время. К ним относятся:

1. Глаголы-связки to be быть, to become становиться, to remain оставаться, to grow становиться, to get, to turn становиться, to look выглядеть, to keep сохраняться.

Every man is the maker of his own fortune. Каждый человек-творец своей судьбы.

2. Вспомогательные глаголы to be, to do, to have, to let, shall, will (should, would):

The kitchen was supplied with every convenience, and there was even a bath-room, a luxury the Gerhardtts had never enjoyed before. На кухне имелись все удобства; была даже ванная комната-роскошь, какой Герхардты никогда до сих пор не обладали.

3. Модальные глаголы can, may, must, ought, need: He that would eat the fruit must climb the tree. Кто любит фрукты, должен влезть на дерево (чтобы сорвать). (Любишь кататься-люби и саночки возить.)

Все формы глагола в английском языке делятся на личные и неличные.

Личные формы глагола выражают время, лицо, число, наклонение. Они выполняют в предложении функцию сказуемого. К личным формам относятся все формы времен действительного и страдательного залога (изъявительного и сослагательного наклонения):

As you leave the Kremlin by Spassky Gate you come out on the Red Square. Если вы выходите из Кремля мимо Спасских Ворот, вы оказываетесь на Красной площади.

Неличные формы глагола не различаются по лицам и числам. Они не могут самостоятельно выполнять в предложении функцию сказуемого, но могут входить в его состав. К неличным формам относятся: инфинитив, причастие и герундий. Every step towards eliminating nuclear weapons is in the interests of every nation. Любой шаг в направлении уничтожения ядерного оружия служит интересам каждого государства.

Личные формы глагола в английском языке имеют три наклонения: изъявительное (the Indicative Mood), повелительное (the Imperative Mood) и сослагательное (the Subjunctive Mood).

Глаголы в изъявительном наклонении выражают реальное действие, передают факты: His son goes to school. Его сын учится в школе.

She has written an interesting article. Она написала интересную статью.

A new building of the theatre was built in this street. На этой улице построили новое здание театра.

Глаголы в повелительном наклонении выражают приказание, просьбу, совет, запрещение, команду:

"Don't buy them", warned our cautious driver. "Не покупайте их", - предупредил наш осторожный шофер.

Undertake not what you cannot perform but be careful to keep your promise. Не беритесь за то, что не сможете выполнить, но старайтесь сдержать обещание.

Глаголы в сослагательном наклонении выражают действие не реальное, а желательное или предполагаемое: If there were no bad people, there would be no good lawyers. Если бы не было плохих людей, не было бы хороших адвокатов.

Как личные, так и неличные формы глагола имеют **два залога**: действительный (the Active Voice) и страдательный (the Passive Voice).

Глаголы в действительном залоге выражают действие, которое производится подлежащим: I inform you that I have carried out the mission. Сообщаю, что я выполнил задание.

Глаголы в страдательном залоге выражают действие, которое испытывает на себе подлежащее: I was informed that the mission had been carried out. Мне сообщили, что задание было выполнено.

Формы глагола могут выражать отношение между действием и временем. В русском языке бывают глаголы **совершенного и несовершенного вида**. Глаголы совершенного вида обозначают действие, которое закончено, и есть его результат:

Он прочитал эту статью с интересом.

Глаголы несовершенного вида обозначают действие, указывая на его повторяемость, длительность, незаконченность: Вчера он читал эту статью с интересом. (Но он мог и не прочитать ее).

Вид глагола в русском языке выражается либо изменением его формы, либо с помощью суффиксов и приставок. Видовые значения глагола в английском языке выражаются сочетанием вспомогательного глагола с причастием настоящего или прошедшего времени смыслового глагола.

В английском языке четыре видо-временных группы глагола: неопределенные времена (Indefinite Tenses), продолженные времена (Continuous Tenses), совершенные времена (Perfect Tenses), и совершенные продолженные времена (Perfect Continuous Tenses). В каждой временной группе три времени: настоящее (Present), прошедшее (Past), будущее (Future).

Глагол "to be"

A: Are you from England?

B: No, we aren't. We're from China.

He's Tom and she's Helen. They are friends.

Утверждение		Отрицание		Вопрос
Полная форма	Краткая форма	Полная форма	Краткая форма	Am I?

I am	I'm	I am not	I'm not	Are you?
You are	You're	You are not	You aren't	Is he?
He is	He's	He is not	He isn't	Is she?
She is	She's	She is not	She isn't	Is it?
It is	It's	It is not	It isn't	Are we?
We are	We're	We are not	We aren't	Are you?
You are	You're	You are not	You aren't	Are they?
They are	They're	They are not	They aren't	

Краткими ответами называются ответы на вопросы, начинающиеся с глагольной формы is /are; в кратком ответе содержание вопроса не повторяется. Употребляется только Yes или No, далее личное местоимение в именительном падеже и глагольная форма is (isn't) / are (aren't).
Например: Are you British? No, I'm not.
Yes, I am /we are. No, I'm not/we aren't.
Yes, he/she/it is. No, he/she/it isn't.
Yes, they are. No, they aren't.

WAS/WERE

Bob is eighty. He's old and weak.
Mary, his wife is seventy-nine. She's old too.
Fifty years ago they were young. Bob was strong. He wasn't weak. Mary was beautiful. She wasn't old.
В прошедшем простом времени (past simple) глагол "to be" с личными местоимениями в именительном падеже имеет следующие формы: was для I, he, she, it и –were для –we, you, they.
В вопросах was/were ставятся перед личным местоимением в именительном падеже (I, you, he и т.д.) или существительным. Например: She was ill yesterday. -> Was she ill yesterday? Отрицания образуются путем постановки not после was/were. Например: She was not ill yesterday. She wasn't ill yesterday.

Утверждение	Отрицание		Вопрос
	Полная форма	Краткая форма	
I was	I was not	I wasn't	Was I?
You were	You were not	You weren't	Were you?
He was	He was not	He wasn't	Was he?
She was	She was not	She wasn't	Was she?
It was	It was not	It wasn't	Was it?
We were	We were not	We weren't	Were we?
You were	You were not	You weren't	Were you?
They were	They were not	They weren't	Were they?

ОБОРОТ THERE IS/THERE ARE

There is a sofa in the room. There are two pictures on the wall. There isn't a TV in the room.
What else is there in the room?

Мы употребляем конструкцию there is/there are, чтобы сказать, что кто-то или что-то существует или находится в определенном месте. Краткая форма there is – there's. There are не имеет краткой формы. Например: There is (There's) a sofa in the room. There are four children in the garden.

Вопросительная форма: Is there? Are there? Например: Is there a restaurant in the town? Are there any apples in the basket?

Отрицательная форма: There isn't .../There aren't ... Например: There is not / isn't a man in the room. There are not/aren't any cars in the street.

Краткие ответы строятся с помощью Yes, there is/are или No, there isn't / aren't. Содержание вопроса не повторяется.

Yes, there is. No, there isn't.

Yes, there are. No, there aren't.

Мы употребляем there is / there are, чтобы сказать, что что-то существует или находится в определенном месте, it is / they are - когда уже упоминали об этом. Например: There is a house in the picture.

It is a big house. (Но не: It's a house in the picture.)

There are three books on the desk.

They are history books. (Но не: They are three books on the desk.)

Конструкция There was/There were

This is a modern town today.

There are a lot of tall buildings and shops. There are cars and there isn't much peace and quiet.

This is the same town fifty years ago.

There weren't any tall buildings. There were some old houses. There weren't many cars and there wasn't much noise.

Конструкция There was/There were - это There is / There are в форме past simple. There was употребляется с существительными в единственном числе. Например: There was a post office in the street thirty years ago. There were употребляется с существительными во множественном числе. Например: There were a few houses in the street thirty years ago.

В вопросах was/were ставятся перед there. Например: Was there a post office in the street thirty years ago? Were there any houses in the street thirty years ago?

Отрицания строятся путем постановки not после was / were. Например: There was not / wasn't a post office in the street thirty years ago. There were not / weren't any houses in the street thirty years ago.

Утверждение	Отрицание		Вопрос
There was There were	Полная форма There was not There were not	Краткая форма There wasn't There weren't	Was there? Were there?

Краткие ответы строятся с помощью Yes или No и there was/there were. Содержание вопроса не повторяется.

Was there a book on the desk? Yes, there was. No, there wasn't.

Were there any people in the shop? Yes, there were. No, there weren't.

Глагол Have got

A bird has got a beak, a tail and wings.

Has she got long hair? No, she hasn't. She's got short hair.

What have they got? They've got roller blades. They haven't got skateboards.

She has got a headache.

Have (got) используется:

а) чтобы показать, что что-то принадлежит кому-то. Например: He's got a ball.

б) при описании людей, животных или предметов. Например: She's got blue eyes.

в) в следующих высказываниях: I've got a headache. I've got a temperature. I've got a cough, I've got a toothache, I've got a cold, I've got a problem.

Утверждение		Отрицание		Вопрос
Полная форма	Краткая форма	Полная форма	Краткая форма	Have I (got)?
I have (got)	I've (got)	I have not (got)	I haven't (got)	Have you (got)?
You have (got)	You've (got)	You have not (got)	You haven't (got)	Has he (got)?
He has (got)	He's (got)	He has not (got)	He hasn't (got)	Has she (got)?
She has (got)	She's (got)	She has not (got)	She hasn't (got)	Has it (got)?
It has (got)	It's (got)	It has not (got)	It hasn't (got)	Have we (got)?
We have (got)	We've (got)	We have not (got)	We haven't (got)	Have you (got)?

You have (got) They have (got)	You've (got) They've (got)	You have not (got) They have not (got)	You haven't (got) They haven't (got)	Have they (got)?
-----------------------------------	-------------------------------	---	---	------------------

Had

Grandpa, did you have a TV when you were five?

No, I didn't. People didn't have TV's then. They had radios.

Have (had) в past simple имеет форму Had для всех лиц.

Вопросы строятся с помощью вспомогательного глагола did, личного местоимения в именительном падеже и глагола - have. Например: Did you have many toys when you were a child?
Отрицания строятся с помощью did not и have. Например: I did not / didn't have many toys when I was a child.

Утверждение	Отрицание		Вопрос
I had You had He had She had It had We had You had They had	Полная форма I did not have You did not have He did not have She did not have It did not have We did not have You did not have They did not have	Краткая форма I didn't have You didn't have He didn't have She didn't have It didn't have We didn't have You didn't have They didn't have	Did I have? Did you have? Did he have? Did she have? Did it have? Did we have? Did you have? Did they have?

Имя прилагательное. The Adjective

Категории	Прилагательное в русском языке	Прилагательное в английском языке
Число	изменяется	не изменяется
Род	изменяется	не изменяется
Падеж	изменяется	не изменяется

Образование имен прилагательных

Имена прилагательные бывают: **простые и производные**

К **простым** именам прилагательным относятся прилагательные, не имеющие в своем составе **ни приставок, ни суффиксов**: **small** - маленький, **long** - длинный, **white** - белый.

К **производным** именам прилагательным относятся прилагательные, имеющие в своем составе **суффиксы** или **приставки**, или одновременно и те, и другие.

Суффиксальное образование имен прилагательных

Суффикс	Пример	Перевод
- ful	useful doubtful	полезный сомневающийся
- less	helpless useless	беспомощный бесполезный
- ous	famous dangerous	известный опасный
- al	formal central	формальный центральный
- able	eatable capable	съедобный способный

Приставочный способ образования имен прилагательных

Приставка	Пример	Перевод
un -	uncooked unimaginable	невареный невообразимый
in -	incapable inhuman	неспособный негуманный
il -	illegal illiberal	нелегальный необразованный
im -	impossible impractical	невозможный непрактичный
dis -	dishonest disagreeable	бесчестный неприятный
ir -	irregular irresponsible	неправильный безответственный
Некоторые имена прилагательные являются составными и образуются из двух слов, составляющих одно понятие: light-haired – светловолосый, snow-white – белоснежный.		

Прилагательные, оканчивающиеся на – ed и на - ing

- ed	- ing
Описывают чувства и состояния	Описывают предметы, вещи, занятия, вызывающие эти чувства
interested – интересующийся, заинтересованный	interesting - интересный
bored - скучающий	boring - скучный
surprised - удивленный	surprising - удивительный

Степени сравнения прилагательных

Английские прилагательные не изменяются ни по числам, ни по родам, но у них есть **формы степеней сравнения**.

Имя прилагательное в английском языке имеет **три формы** степеней сравнения:

- **положительная** степень сравнения (**Positive Degree**);
- **сравнительная** степень сравнения (**Comparative Degree**);
- **превосходная** степень сравнения (**Superlative Degree**).

Основная форма прилагательного - положительная степень. Форма сравнительной и превосходной степеней обычно образуется от формы положительной степени одним из следующих способов:

1. -er. -est

Односложные прилагательные образуют **сравнительную степень** путем прибавления к **форме прилагательного в положительной степени** суффикса - **er**. Примерно, тоже самое мы делаем и в русском языке - добавляем “е” (большой - больше, холодный - холоднее).

Превосходная степень образуется путем прибавления суффикса - **est**. Артикль **the** **обязателен!!!**

Положительная степень	Сравнительная степень	Превосходная степень
cold - холодный big - большой kind - добрый	colder - холоднее bigger - больше kinder - добрее	the coldest - самый холодный the biggest - самый большой the kindest - самый добрый

По этому же способу образуются степени сравнения двусложных прилагательных оканчивающихся на **-y, -er, -ow, -ble**:

Положительная степень	Сравнительная степень	Превосходная степень
-----------------------	-----------------------	----------------------

clever — умный easy - простой able - способный busy - занятой	cleverer - умнее easier - проще abler - способнее busier - более занятой	the cleverest - самый умный the easiest - самый простой the ablest - самый способный the busiest - самый занятой
--	---	---

При образовании степеней сравнения посредством суффиксов – **er** и – **est** соблюдаются следующие **правила орфографии**:

Если прилагательное заканчивается на немое “**e**”, то при прибавлении – **er** и – **est** немое “**e**” опускается:

large – **larger** - **the largest** / большой – больше – самый большой
brave – **braver** – **the bravest** / смелый – смелее – самый смелый

Если прилагательное заканчивается на согласную с предшествующим кратким гласным звуком, то в сравнительной и превосходной степени конечная согласная буква удваивается:

big – **bigger** – **biggest** / большой – больше – самый большой
hot – **hotter** – **hottest** / горячий – горячее – самый горячий
thin – **thinner** – **thinnest** / тонкий – тоньше – самый тонкий

Если прилагательное заканчивается на “**y**” с предшествующей согласной, то в сравнительной и превосходной степени “**y**” переходит в “**i**”:

busy – **busier** – **busiest** / занятой – более занятой – самый занятой
easy – **easier** – **easiest** / простой – проще – самый простой

2. more, the most

Большинство двусложных прилагательных и прилагательных, состоящих из трех и более слогов, образуют сравнительную степень при помощи слова **more**, а превосходную – при помощи слова **most**.

Эти слова ставятся перед именами прилагательными в положительной степени:

Положительная степень	Сравнительная степень	Превосходная степень
beautiful - красивый interesting – интересный important - важный	more beautiful - красивее more interesting - интереснее more important - важнее	the most beautiful - самый красивый the most interesting - самый интересный the most important - самый важный

Особые формы

Положительная степень	Сравнительная степень	Превосходная степень
good - хороший bad - плохой little - маленький much/many - много far - далекий/далеко old - старый	better - лучше worse - хуже less - меньше more - больше farther/further - дальше older/elder - старше	the best - самый лучший the worst - самый плохой the least - самый маленький, меньше всего the most - больше всего the farthest/furthest - самый дальний the oldest/eldest - самый старший

3. less, the least

Для выражения **меньшей** или **самой низкой** степени качества предмета по сравнению с другими предметами употребляются соответствующие слова **less** – менее и **the least** – наименее, которые ставятся перед прилагательными в форме положительной степени.

Положительная степень	Сравнительная степень	Превосходная степень
beautiful – красивый interesting - интересный	less beautiful - менее красивый	the least beautiful – самый некрасивый

important - важный	less interesting – менее интересный less important - менее важный	the least interesting – самый неинтересный the least important – самый неважный
---------------------------	--	--

Другие средства сравнения двух предметов или лиц

Конструкция	Комментарий	Примеры
As...as (такой же, так же)	Для сравнения двух объектов одинакового качества	He is as strong as a lion. Он такой же сильный, как лев. She is as clever as an owl. Она такая же умная, как сова.
Not so...as (не такой, как)	в отрицательных предложениях	He is not so strong as a lion. Он не такой сильный, как лев. She is not so clever as an owl. Она не такая умная, как сова.
The...the (с двумя сравнительными степенями)	показывает зависимость одного действия от другого	The more we are together the happier we are. Чем больше времени мы проводим вместе, тем счастливее мы становимся. The more I learn this rule the less I understand it. Чем больше я учу это правило, тем меньше я его понимаю.

Особые замечания об употреблении сравнительных и превосходных степеней имен прилагательных:

- Сравнительная степень может быть усилена употреблением перед ней слов со значением «гораздо, значительно»:
His new book is **much more** interesting than previous one. *Его новая книга гораздо более интересная, чем предыдущая.*
This table is **more** comfortable than **that one**. *Этот стол более удобный чем тот.*
- После союзов **than** и **as** используются либо личное местоимение в именительном падеже с глаголом, либо личное местоимение в объектном падеже:
I can run **as fast as** him (**as he can**). *Я могу бегать так же быстро, как он.*

Числительное. The numeral

Перед сотнями, тысячами, миллионами обязательно называть их количество, даже если всего одна сотня или одна тысяча:

126 – one hundred twenty six

1139 – one thousand one hundred and thirty nine

В составе числительных – сотни, тысячи и миллионы не имеют окончания множественного числа: **two hundred – 200, three thousand – 3000, и т.д.**

НО: окончание множественного числа добавляется hundred, thousand, million, когда они выражают неопределенное количество сотен, тысяч, миллионов. В этом случае после них употребляется существительное с предлогом **“of”**:

hundreds of children – сотни детей

thousands of birds – тысячи птиц

millions of insects – миллионы насекомых

Начиная с 21, числительные образуются так же как в русском языке:

20+1=21 (twenty + one = **twenty one**)

60+7=67 (sixty + seven = **sixty seven**) и т.д.

Как читать даты

1043	ten forty-three
1956	nineteen fifty-six
1601	sixteen o one
2003	two thousand three
В 2003 году	in two thousand three
1 сентября	the first of September
23 февраля	the twenty-third of February

ДРОБНЫЕ ЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ (FRACTIONAL NUMERALS)

В простых дробях (Common Fractions) числитель выражается количественным числительным, а знаменатель порядковым:

1/7- one seventh одна седьмая

При чтении простых дробей, если числитель их больше единицы, к знаменателю прибавляется окончание множественного числа -s:

2/4 - two fourths - две четвертых

2/3 -two thirds - две третьих

3 1/5 - three and one fifth - три целых и одна пятая

1/2 - one second, a second, one half, a half - одна вторая, половина

1/4 -one fourth, a fourth, one quarter, a quarter - одна четвертая, четверть

В десятичных дробях (Decimal Fractions) целое число отделяется точкой, и каждая цифра читается отдельно. Ноль читается nought [no:t] (в США - zero ['zierou]).

4.25 four point twenty-five; four point two five

0.43 nought point forty-three; nought point four three

Существительные, следующие за дробью, имеют форму единственного числа, и перед ними при чтении ставится предлог -of:

2/3 metre- two thirds of a metre

две третьих метра

0.05 ton - nought point nought five of a ton

ноль целых пять сотых тонны

Существительные, следующие за смешанным числом, имеют форму множественного числа и читаются без предлога of:

35 1 /9 tons -thirty-five and one ninth tons

14.65 metres -one four (или fourteen) point six five (или sixty-five) metres

В обозначениях номеров телефонов каждая цифра читается отдельно, ноль здесь читается [ou]:

224-58-06 ['tu:'tu:'fo:'faiv'eit'ou'siks]

ТЕМА 2. Учебно-познавательная сфера общения (Я и мое образование)

Тематика общения:

1. Высшее образование в России и за рубежом.
2. Мой вуз.
3. Студенческая жизнь.

Проблематика общения:

1. Уровни высшего образования.
2. Уральский государственный горный университет.
3. Учебная и научная работа студентов.
4. Культурная и спортивная жизнь студентов.

2.1 Запомните слова и выражения, необходимые для освоения тем курса:

The Ural State Mining University

Mining University – Горный университет; higher educational institution - высшее учебное заведение; to provide - зд. Предоставлять; full-time education - очное образование; extramural education - заочное образование; to award – награждать; post-graduate courses – аспирантура;	scientific research centre - центр научных исследований; master of science - кандидат наук; capable – способный; to take part in - принимать участие; graduate – выпускник; to dedicate – посвящать; to carry out scientific work - выполнять научную работу;
Faculty of Mining Technology - горно – технологический; Faculty of Engineering and Economics - инженерно-экономический; Institute of World Economics – Институт мировой экономики; Faculty of Mining Mechanics - горно-механический; Faculty of Civil Protection – гражданской защиты; Faculty of City Economy – городского хозяйства;	Faculty of Geology & Geophysics – геологии и геофизики; Faculty of extramural education – заочный; department – кафедра; dean – декан; to train specialists in - готовить специалистов; to consist of - состоять из; preparatory – подготовительный; additional – дополнительный; to offer – предлагать;
to house - размещать /ся/; building – здание; Rector's office – ректорат; Dean's office – деканат; department – кафедра; library – библиотека; reading hall - читальный зал; assembly hall - актовый зал; layout - расположение, план; administrative offices - административные отделы;	computation centre - вычислительный центр; canteen – столовая; to have meals – питаться; hostel – общежитие; to go in for sports - заниматься спортом; wrestling – борьба; weight lifting - тяжелая атлетика; skiing - катание на лыжах; skating - катание на коньках; chess – шахматы;
academic work - учебный процесс; academic year - учебный год; to consist of - состоять из; bachelor's degree - степень бакалавра;	general geology - общая геология; foreign language - иностранный язык; to operate a computer - работать на компьютере;

course of studies - курс обучения; to last - длиться; term - семестр; to attend lectures and classes - посещать лекции и занятия; period - пара, 2 – х часовое занятие; break - перерыв; subject - предмет; descriptive geometry - начертательная геометрия;	to take a test (an exam) - сдавать зачет, экзамен; to pass a test (an exam) - сдать зачет, экзамен; to fail a test (an exam) - не сдать зачет, экзамен; to fail in chemistry - не сдать химию; holidays, vacations - каникулы; to present graduation paper - представлять дипломные работы; for approval - к защите;
---	---

The Faculty of Mining Technology trains specialists in: mine surveying - маркшейдерская съемка; underground mining of mineral deposits - подземная разработка месторождений полезных ископаемых; mine and underground construction - шахтное и подземное строительство; surface mining (open-cut mining) - открытые горные работы; physical processes of mining, oil and gas production - физические процессы горного и нефтегазового производства; placer mining - разработка россыпных месторождений; town cadastre - городской кадастр.

The Institute of World Economics trains specialists in: land improvement, recultivation and soil protection - мелиорация, рекультивация и охрана земель; engineer protection of environment in mining - инженерная защита окружающей среды в горном деле; computer systems of information processing and control - автоматизированные системы обработки информации и управления; economics and management at mining enterprises - экономика и управление на предприятиях горной промышленности.

The Faculty of Mining Mechanics trains specialists in: electromechanical equipment of mining enterprises - электромеханическое оборудование горных предприятий; designing & production of mining, oil and gas machinery - конструирование и производство горных и нефтегазовых машин; technological and service systems of exploitation and maintenance of machines and equipment - технологические и сервисные системы эксплуатации и ремонта машин и оборудования; motorcars and self-propelled mining equipment - автомобили и самоходное горное оборудование; electric drive and automation of industrial units and technological complexes - электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов; automation of technological processes and industries - автоматизация технологических процессов и производств; mineral dressing - обогащение полезных ископаемых.

The Faculty of Geology & Geophysics trains specialists in: geophysical methods of prospecting and exploring mineral deposits - геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых; according to some specializations: geoinformatics – геоинформатика; applied geophysics - прикладная геофизика; structural geophysics - структурная геофизика; geological surveying and exploration of mineral deposits - геологическая съемка и поиски МПИ; geology and mineral exploration - геология и разведка МПИ; prospecting and exploration of underground waters and engineering - геологическое изыскания; applied geochemistry, petrology and mineralogy - прикладная геохимия, петрология и минералогия; drilling technology - технология и техника разведки МПИ.

2.2 Подготовьте устный рассказ по теме на основе предложенного:

This text is dedicated to the history of the Ural State Mining University formerly called the Sverdlovsk Mining Institute. It was founded in 1917. It is the oldest higher technical educational institution in the Urals. In 1920 the Mining Institute became a faculty of the Ural State University and in 1925 of the Ural Polytechnical Institute. In 1930 this faculty was reorganized into the Mining Institute. The Institute was named after V.V. Vakhrushev the USSR Coal Industry Minister in 1947. It was awarded the Order of the Red Banner of Labour in 1967.

In 1993 the Sverdlovsk Mining Institute was reorganized into The Ural State Academy of Mining and Geology. In 2004 The Ural State Academy of Mining and Geology was reorganized into The Ural

State Mining University. The University provides full-time and extramural education in many specialities. There are post graduate courses at the University as well.

The University is an important scientific research center. Many doctors and masters of Science teach and carry out scientific work at the University. Capable students take part in research projects. The graduates of the University work all over the country.

There are six faculties at the Ural State Mining University: Faculty of Mining Technology; Faculty of Mining Mechanics; Faculty of Geology & Geophysics; Faculty of Civil Protection; Faculty of City Economy; Faculty of Extramural Education; and The Institute of World Economics.

Besides there is a Preparatory faculty where young people get special training before taking entrance exams. The Faculty of Additional Education offers an opportunity to get the second higher education.

Each faculty trains mining engineers in different specialities.

There are many specialities at the Faculty of Extramural Education where students have to combine work with studies. Very often the Ural State Mining University organizes training specialists in new modern specialities.

Faculties consist of Departments. Each faculty is headed by the Dean. The head of the Academy is the Rector.

The University is housed in four buildings. Building, One houses - the Rector's office, the Deans' offices, number of administrative offices, Faculty of City Economy, the Faculty of Mining Mechanics with its numerous departments and laboratories (labs).

Building Two houses the Faculty of Mining Technology, Faculty of Civil Protection, the Deans' offices, many departments, labs and the computation centre.

Building Three houses the Faculty of Geology & of Geophysics, the Faculty of Extramural Education, the Dean's offices, many departments and labs. The Ural Geological Museum, the Museum of the History of the Ural State Mining University and some administrative offices are also housed in this building.

Building Four houses The Institute of World Economics, the Dean's office, departments and labs, the library, reading halls, the Assembly hall, the students cultural centre and a large canteen where students can have their meals.

The library and the reading halls provide students with all kinds of reading: textbooks, reference books / справочники/ dictionaries, magazines and fiction/ художественная литература/.

Besides not far from the University there are four five-storied buildings of the student hostel, where most students live. Near the hostels there is a House of Sports. There students can go in for different kinds of sports: chess, badminton, table tennis, boxing, wrestling, weight lifting, basketball, volleyball, handball.

The Ural State Mining University offers students three different programs of higher education such as: Bachelors, Diplomate Engineers and Magisters.

The course of studies for a bachelor's degree lasts four years. The academic year begins in September and ends in June. It consists of two terms - September to January and February to June. Students attend lectures and practical classes. As a rule, there are three or four periods of lectures and Classes a day with 20 minutes break between them.

During their first two years students take the following subjects: higher mathematics, physics, chemistry, theoretical air-mechanics, descriptive geometry, general geology, mineralogy, geodesy, history, a foreign language (English, French or German). Besides all the students learn to operate a computer.

Students take their tests and exams at the end of each term. After exams students have their holidays or vacations. At the end of the academic year the students of the academy have practical work at mines, mineral dressing plants, geological & geophysical parties. At the end of the final year students present their graduation papers for approval. After getting the Bachelor's degree the graduates have a possibility to continue their education. They can enter a Diplomate Engineer's course or studies which lasts one academic year or the graduates can take a two-year program of Magister's degree. After defending final papers these graduates can enter the post-graduate courses.

2.3 Систематизация грамматического материала:

1. Образование видовременных форм глагола в активном залоге.

Образование видовременных форм глагола в активном залоге

Present Simple употребляется для выражения:

1. постоянных состояний,
2. повторяющихся и повседневных действий (часто со следующими наречиями: always, never, usually и т.д.). Mr Gibson is a businessman. He lives in New York, (постоянное состояние) He usually starts work at 9 am. (повседневное действие) He often stays at the office until late in the evening, (повседневное действие)
3. непреложных истин и законов природы, The moon moves round the earth.
4. действий, происходящих по программе или по расписанию (движение поездов, автобусов и т.д.). The bus leaves in ten minutes.

Маркерами present simple являются: usually, always и т.п., every day / week / month / year и т.д., on Mondays / Tuesdays и т.д., in the morning / afternoon / evening, at night / the weekend и т.д.

Present Continuous употребляется для выражения:

1. действий, происходящих в момент речи He is reading a book right now.
2. временных действий, происходящих в настоящий период времени, но не обязательно в момент речи She is practising for a concert these days. (В данный момент она не играет. Она отдыхает.)
3. действий, происходящих слишком часто и по поводу которых мы хотим высказать раздражение или критику (обычно со словом "always") "You're always interrupting me!"(раздражение)
4. действия, заранее запланированных на будущее. He is flying to Milan in an hour. (Это запланировано.)

Маркерами present continuous являются: now, at the moment, these days, at present, always, tonight, still и т.д.

Во временах **группы Continuous** обычно **не употребляются** глаголы:

1. выражающие восприятия, ощущения (see, hear, feel, taste, smell), Например: This cake tastes delicious. (Но не: This cake is tasting delicious)
2. выражающие мыслительную деятельность [know, think, remember, forget, recognize(ze), believe, understand, notice, realise(ze), seem, sound и др.],
Например: I don't know his name.
3. выражающие эмоции, желания (love, prefer, like, hate, dislike, want и др.), Например: Shirley loves jazz music.
4. include, matter, need, belong, cost, mean, own, appear, have (когда выражает принадлежность) и т.д. Например: That jacket costs a lot of money. (Но не: That jacket is costing a lot of money.)

Present perfect употребляется для выражения:

1. действий, которые произошли в прошлом в неопределенное время. Конкретное время действия не важно, важен результат, Kim has bought a new mobile phone. (Когда она его купила? Мы это не уточняем, поскольку это не важно. Важно, что у нее есть новый мобильный телефон.)
2. действий, которые начались в прошлом и все еще продолжаются в настоящем, We have been a car salesman since 1990. (Он стал продавцом автомобилей в 1990 году и до сих пор им является.)
3. действий, которые завершились совсем недавно и их результаты все еще ощущаются в настоящем. They have done their shopping. (Мы видим, что они только что сделали покупки, поскольку они выходят из супермаркета с полной тележкой.)

4. Present perfect simple употребляется также со словами "today", "this morning / afternoon" и т.д., когда обозначенное ими время в момент речи еще не истекло. He has made ten photos this morning. (Сейчас утро. Указанное время не истекло.)

К маркерам present perfect относятся: for, since, already, just, always, recently, ever, how long, yet, lately, never, so far, today, this morning/ afternoon / week / month / year и т.д.

Present perfect continuous употребляется для выражения:

1. действий, которые начались в прошлом и продолжаются в настоящее время He has been painting the house for three days. (Он начал красить дом три дня назад и красит его до сих пор.)

2. действий, которые завершились недавно и их результаты заметны (очевидны) сейчас. They're tired. They have been painting the garage door all morning. (Они только что закончили красить. Результат их действий очевиден. Краска на дверях еще не высохла, люди выглядят усталыми.)

Примечание.

1. С глаголами, не имеющими форм группы Continuous, вместо present perfect continuous употребляется present perfect simple. Например: I've known Sharon since we were at school together. (А не: I've been knowing Sharon since we were at school together.)

2. С глаголами live, feel и work можно употреблять как present perfect continuous, так и present perfect simple, при этом смысл предложения почти не изменяется.

Например: He has been living/has lived here since 1994.

К маркерам present perfect continuous относятся: for, since, all morning/afternoon/week/day и т.д., how long (в вопросах).

Выполните упражнения на закрепление материала:

1. Put the verbs in brackets into the present simple or the present continuous.

1 A: Do you know (you/know) that man over there?

B: Actually, I do. He's Muriel's husband.

2 A: Are you doing anything tomorrow evening?

B: Yes. I ... (see) Jack at nine o'clock.

3 A: I ... (see) you're feeling better.

B: Yes, I am, thank you.

4 A: What's that noise?

B: The people next door ... (have) a party.

5 A: Graham ... (have) a new computer.

B: I know. I've already seen it.

6 A: This dress (not/fit) me any more.

B: Why don't you buy a new one?

7 A: Your perfume ... (smell) nice. What is it?

B: It's a new perfume called Sunshine.

8 A: What is Jane doing?

B: She ... (smell) the flowers in the garden.

9 A: What ... (you/look) at?

B: Some photos I took during my holidays. They aren't very good, though.

10 A: You ... (look) very pretty today.

B: Thank you. I've just had my hair cut.

11 A: I ... (think) we're being followed.

B: Don't be silly! It's just your imagination.

12 A: Is anything wrong?

B: No. I ... (just/think) about the party tonight.

13 A: This fabric ... (feel) like silk.

B: It is silk, and it was very expensive.

14 A: What are you doing?

B: I ... (feel) the radiator to see if it's getting warm.

- 15 A: She ... (be) generous, isn't she?
B: Yes, she has never been a mean person.
- 16 A: He ... (be) very quiet today, isn't he?
B: Yes, I think he has some problems.
- 17 A: Would you like some cherries?
B: Yes, please. I ... (love) cherries. They're my favourite fruit.
- 18 A: I'm sorry, but I ... (not understand) what you mean.
B: Shall I explain it again?
- 19 A: The children are making lots of noise today.
B: I know, but they ... (have) fun.
- 20 A: This cake ... (taste) awful.
B: I think I forgot to put the sugar in it!

2. Fill in the gaps with *recently, how long, yet, for, always, ever, already, since, so far or just*.

Sometimes more than one answer is possible.

- 1 A: Has Tom finished his exams ...yet...?
B: No. He finishes them next Thursday.
- 2 A: ... has Janet been working at the hospital?
B: She has been working there ... she left school.
- 3 A: How are you finding your new job?
B: Great. I haven't had any problems
- 4 A: Is John at home, please?
B: No, I'm afraid he's ... gone out.
- 5 A: Have you been waiting long?
B: Yes, I've been here ... two hours.
- 6 A: Has Martin ... been to Spain?
B: No. I don't think so.
- 7 A: Have you spoken to Matthew ... ?
B: Yes. I phoned him last night.
- 8 A: Can you do the washing-up for me, please?
B: Don't worry. Mike has ... done it.
- 9 A: Lucy has ... been musical, hasn't she?
B: Yes, she started playing the piano when she was five years old.
- 10 A: Shall we go to that new restaurant tonight?
B: Yes. I have ... been there. It's really nice.
- 11 A: Your dog's been barking ... three hours!
B: I'm sorry. I'll take him inside.
- 12 A: Have you finished reading that book yet?
B: No. I've ... started it.

3. Put the verbs in brackets into the present perfect or continuous, using short forms where appropriate.

- 1 A: How long ...*have you known*... (you/know) Alison?
B: We ... (be) friends since we were children.
- 2 A: Who ... (use) the car?
B: I was. Is there a problem?
- 3 A: What are Andrew and David doing?
B: They ... (work) in the garden for three hours.
- 4 A: Why is Sally upset?
B: She ... (lose) her bag.
- 5 A: I ... (always/believe) that exercise is good for you.
B: Of course, it's good to keep fit.

- 6 A: Emily ... (teach) maths since she left university.
B: Yes, and she's a very good teacher, too.
- 7 A: Fred ... (open) a new shop.
B: Really? Where is it?
- 8 A: This pie is delicious.
B: Is it? I ... (not/taste) it yet.
- 9 A: Have you found your umbrella yet?
B: No, I ... (look) for it for an hour now.
- 10 A: You look exhausted.
B: Well, I ... (clean) the windows since 8 o'clock this morning.
- 11 A: Can I have some more lemonade, please?
B: Sorry, your brother ... (just/drink) it all.
- 12 A: Have you got new neighbours?
B: Yes, they ... (just/move) to the area.

4. Put the verbs in brackets into the present perfect or the present perfect continuous.

Dear Connie,

I hope you are enjoying yourself at university. I'm sure you 1)...*'ve been studying...* (study) hard. Everything is fine here at home. Billy 2) ... (just/receive) his school report. It was bad, as usual. He 3) ... (decide) to leave school next year and find a job. Fiona 4) ... (go) to the gym every day for the past two weeks. She 5) ... (try) to get in shape for the summer. She 6) ... (already/plan) her holiday in the sun. Your father 7) ... (sell) the old car and he 8) ... (buy) a new one. It's lovely — much nicer than the old one.

Anyway, write soon.

Love, Mum

5. Fill in the gaps with have/has been (to) or have/has gone (to).

- Jack: Hi, Jill. Where's Paul?
Jill: Oh, he 1) ...*has gone to...* London for a few days.
Jack: Really! I 2) ... London recently. I came back yesterday. 3) ... you ... there?
Jill: No, I haven't. Paul 4) ... twice before, though. Where's Sarah?
Jack: She 5) ... Spain for two weeks with her parents. They 6) ... there to visit some friends.
Jill: When is she coming back?
Jack: They'll all be back next weekend.

6. Choose the correct answer.

- 1 'What time does the train leave?'
'I think it ..A... at 2 o'clock.'
A leaves
B has been leaving
C has left
- 2 'Where are Tom and Pauline?'
They ... e supermarket.'
A have just gone
B have been going
C go
- 3 'What is Jill doing these days?'
She ... for a job for six months.'
A is looking
B has been looking
C looks
- 4 'Is Mandy watching TV?'

- No. She ... her homework right now.'
- A is always doing
B is doing
C does
- 5 'Have you been for a walk?'
'Yes. I often ... for walks in the evenings.'
A have gone
B am going
C go
- 6 'Have you seen any films lately?'
'Yes. Actually, I ... two this week.'
A have seen
B am seeing
C see
- 7 'What ... ?'
'It's a piece of cherry pie. Mum made it yesterday.'
A are you eating
B do you eat
C have you eaten
- 8 'Are you going on holiday this summer?'
'Yes. I ... enough money.'
A am saving
B have already saved
C save
- 9 'Is Todd reading the newspaper?'
'No. He ... dinner at the moment.'
A has been making
B makes
C is making
- 10 'Have you bought any new CDs recently?'
'Yes. Actually, I ... two this week.'
A have bought
B have been buying
C am buying
- 11 'What time does the play start?'
'I think it ... at 8 o'clock.'
A has been starting
B starts
C has started
- 12 'Where is Mark?'
'He ... to the library to return some books.'
A has gone
B has been
C is going
- 13 'What ... ?'
'It's a letter to my pen-friend. I'm telling her my news.'
A have you written
B do you write
C are you writing

7. *Underline the correct tense.*

1. Liz and I are good friends. We **know**/**have known** each other for four years.

2. Sarah is very tired. She **has been working / is working** hard all day.
3. Where is John?' 'He's upstairs. He **does/is doing** his homework.'
4. I can't go to the party on Saturday. I **am leaving/ have been leaving** for Spain on Friday night.
5. Jane **has finished/is finishing** cleaning her room, and now she is going out with her friends.
6. I didn't recognise Tom. He **looks/is looking** so different in a suit.
7. I don't need to wash my car. Jim **washes/has washed** it for me already.
8. Ian **has been talking/is talking** to his boss for an hour now.
9. Claire's train **arrives/has arrived** at 3 o'clock. I must go and meet her at the station.
10. 'Would you like to borrow this book?' 'No, thanks. I **have read/have been reading** it before.'
11. 'Where **are you going/do you go**?' To the cinema. Would you like to come with me?'
12. Have you seen my bag? I **am searching/have been searching** for it all morning.
13. 'Is Colin here?' 'I don't know. I **haven't seen/ haven't been seeing** him all day.'
14. Sophie is very clever. She **is speaking/speaks** seven different languages.
15. We **are moving/have moved** house tomorrow. Everything is packed.

8. Put the verbs in brackets into the correct tense.

- 1 Who ...*has been using* ... (use) my toothbrush?
- 2 'What ... (you/do)?' 'I ... (write) a letter.'
- 3 Samantha ... (play) tennis with friends every weekend.
- 4 Tim and Matilda ... (be) married since 1991.
- 5 Uncle Bill ... (just/decorate) the bathroom.
- 6 Pauline and Tom ... (sing) in the school choir twice a week.
- 7 Who ... (you/speak) to?
- 8 Sarah is very happy. She ... (win) a poetry competition.
- 9 He ... (drink) two cups of coffee this morning.
- 10 My friend ... (live) in America at the moment.
- 11 They ... (usually/change) jobs every five years.
- 12 I ... (normally/cut) my hair myself.
- 13 Linda ... (study) in the library for three hours.
- 14 We ... (play) in a concert next weekend.
- 15 Who ... (read) my diary?
- 16 Tim ... (leave) the house at 7 o'clock every morning.
- 17 ... (your mother/work) in a bank?
- 18 ... (you/drink) coffee with your breakfast every day?
- 19 We ... (make) plans for our summer holidays right now.
- 20 They... (move) house in September.

9. Put the verbs in brackets into the correct tense.

- 1 A: What ...*are you doing*... (you/do)?
B: Nothing. I ... (just/finish) my lunch.
- 2 A: Where ... (you/be) all morning?
B: I ... (clean) my house since 8 o'clock.
- 3 A: ... (you/do) anything next weekend?
B: No, I ... (not/make) any plans yet.
- 4 A: Jane looks great. ... (she/lose) weight?
B: Yes, she ... (exercise) a lot recently.
- 5 A: ... (be/you) busy right now?
B: Yes, I ... (just/start) typing this report.
- 6 A: Where is Peter?
B: He ... (wash) the car at the moment.
- 7 A: Who ... (be) your favourite actor?
B: I ... (like) Sean Connery since I was a child.

- 8 A: ... (you/do) your homework yet?
B: Almost; I ... (do) it now.

10. Put the verbs in brackets into the correct tense.

Dear Nick,

This is just a short note to tell you I 1) ...'m arriving/arrive... (arrive) at the airport at 5 pm on Saturday, 10th December. I 2) ... (be) very busy recently, and that's why I 3) ... (not/write) to you for a while. I 4) ... (plan) this trip for months, so now I 5) ... (look forward) to spending some time with you and your family. I 6) ... (hope) you will be able to meet me at the airport. Please give my love to your wife and the children.

See you soon,
James

Past simple употребляется для выражения:

1. действий, произошедших в прошлом в определенное указанное время, то есть нам известно, когда эти действия произошли, They graduated four years ago. (Когда они закончили университет? Четыре года назад. Мы знаем время.)

2. повторяющихся в прошлом действий, которые более не происходят. В этом случае могут использоваться наречия частоты (always, often, usually и т.д.), He often played football with his dad when he was five. (Но теперь он уже не играет в футбол со своим отцом.) Then they ate with their friends.

3. действий, следовавших непосредственно одно за другим в прошлом.
They cooked the meal first.

4. Past simple употребляется также, когда речь идет о людях, которых уже нет в живых.
Princess Diana visited a lot of schools.

Маркерами past simple являются: yesterday, last night / week / month / year I Monday и т.д., two days I weeks I months I years ago, then, when, in 1992 и т.д.

People used to dress differently in the past. Women used to wear long dresses. Did they use to carry parasols with them? Yes, they did. They didn't use to go out alone at night.

• **Used to** (+ основная форма глагола) употребляется для выражения привычных, повторявшихся в прошлом действий, которые сейчас уже не происходят. Эта конструкция не изменяется по лицам и числам. Например: Peter used to eat a lot of sweets. (= Peter doesn't eat many sweets any more.) Вопросы и отрицания строятся с помощью did / did not (didn't), подлежащего и глагола "use" без -d.

Например: Did Peter use to eat many sweets? Mary didn't use to stay out late.

Вместо "used to" можно употреблять past simple, при этом смысл высказывания не изменяется. Например: She used to live in the countryside. = She lived in the countryside.

Отрицательные и вопросительные формы употребляются редко.

Past continuous употребляется для выражения:

1. временного действия, продолжавшегося в прошлом в момент, о котором мы говорим. Мы не знаем, когда началось и когда закончилось это действие, At three o'clock yesterday afternoon Mike and his son were washing the dog. (Мы не знаем, когда они начали и когда закончили мыть собаку.)

2. временного действия, продолжавшегося в прошлом (longer action) в момент, когда произошло другое действие (shorter action). Для выражения второго действия (shorter action) мы употребляем past simple, He was reading a newspaper when his wife came, (was reading = longer action: came = shorter action)

3. двух и более временных действий, одновременно продолжавшихся в прошлом. The people were watching while the cowboy was riding the bull.

4. Past continuous употребляется также для описания обстановки, на фоне которой происходили события рассказа (повествования). The sun was shining and the birds were singing. Tom was driving his old truck through the forest.

Маркерами past continuous являются: while, when, as, all day / night / morning и т.д.
when/while/as + past continuous (longer action) when + past simple (shorter action)

Past perfect употребляется:

1. для того, чтобы показать, что одно действие произошло раньше другого в прошлом. При этом то действие, которое произошло раньше, выражается past perfect simple, а случившееся позже - past simple,

They had done their homework before they went out to play yesterday afternoon. (=They did their homework first and then they went out to play.)

2. для выражения действий, которые произошли до указанного момента в прошлом,

She had watered all the flowers by five o'clock in the afternoon.
(=She had finished watering the flowers before five o'clock.)

3. как эквивалент present perfect simple в прошлом. То есть, past perfect simple употребляется для выражения действия, которое началось и закончилось в прошлом, а present perfect simple - для действия, которое началось в прошлом и продолжается (или только что закончилось) в настоящем. Например: Jill wasn't at home. She had gone out. (Тогда ее не было дома.) ЛИ isn't at home. She has gone out. (Сейчас ее нет дома.)

К маркерам past perfect simple относятся: before, after, already, just, till/until, when, by, by the time и т.д.

Выполните упражнения на закрепление материала:

1. Put the verbs in brackets into the past simple or the past continuous. Which was the longer action in each sentence?

1. They ...were cleaning... (clean) the windows when it ...started... (start) to rain.

Cleaning the windows was the longer action.

2. As he ... (drive) to work, he ... (remember) that his briefcase was still at home.

3. Melanie ... (cook) dinner when her husband ... (come) home.

4. I ... (hear) a loud crash as I ... (sit) in the garden.

5. She ... (type) a letter when her boss ... (arrive).

6. While the dog ... (dig) in the garden, it ... (find) a bone.

7. Mary ... (ride) her bicycle when she ... (notice) the tiny kitten.

8. While I ... (do) my homework, the phone ... (ring).

2. A policeman is asking Mrs Hutchinson about a car accident she happened to see yesterday.

Put the verbs in brackets into the past simple or the past continuous.

P: What 1) ...were you doing... (you/do) when you 2) ... (see) the accident, madam?

H: I ... (walk) down the street.

P: What exactly 4) ... (you/see)?

H: Well, the driver of the car 5)... (drive) down the road when suddenly the old man just 5) ... (step) in front of him! It 6) ... (be) terrible!

P: 8) ... (the driver/speed)?

H: No, not really, but the old man 9) ... (not/look) both ways before he ... (try) to cross the road.

P: 11) ... (anyone else/see) the accident?

H: Yes, the lady in the post office.

P: Thank you very much.

3. Put the verbs in brackets into the past simple or the past continuous.

A As soon as Margaret 1) ...got... (get) off the train, she 2) ... (pull) her coat around her. Rain 3) ... (fall) heavily and a cold wind 4) ... (blow) across the platform. She 5) ... (look) around, but no one 6)

... (wait) to meet her. She 7) ... (turn) to leave when she 8) ... (hear) footsteps. A man 9) ... (walk) towards her. He 10) ... (smile) at her, then he 11) ... (say), 'You're finally here.'

B George 1) ... (pick) up his bag then, 2) ... (throw) it over his shoulder. It 3) ... (get) dark and he 4) ... (have) a long way to go. He wished that he had let someone know that he was coming. It 5) ... (start) to rain, and he was feeling cold and tired from the long journey. Suddenly, he 6) ... (hear) a noise, then he 7) ... (see) two bright lights on the road ahead. A car 8) ... (head) towards him. It slowed down and finally 9) ... (stop) beside him. A man 10) ... (sit) at the wheel. He 11) ... (open) the door quickly and 12) ... (say) 'Get in, George.'

C Andy 1) ... (step) into the house and 2) ... (close) the door behind him. Everything 3) ... (be) quiet. His heart 4) ... (beat) fast and his hands 5) ... (shake) as he crept silently into the empty house, but he was trying not to panic. He soon 6) ... (find) what he 7) ... (look) for. He smiled with relief as he put on the clothes. The men who 8) ... (follow) him would never recognise him now.

4. Imagine that you were present when these things happened, then, in pairs, ask and answer questions, as in the example.

SA: What were you doing when the burglar broke in?

SB: I was watching TV.

SA: What did you do?

SB: I called for help.

1 The burglar broke in.

2 The storm broke.

3 The lights went out.

4 The boat overturned.

5 The earthquake hit.

6 The building caught fire.

5. Rewrite each person's comment using used to or didn't use to.

1 Sally - 'I don't walk to work any more.'

I used to walk to work.

2 Gordon - 'I've got a dog now.'

3 Lisa - 'I don't eat junk food any more.'

4 Jane - 'I go to the gym every night now.'

5 Paul - 'I'm not shy any more.'

6 Edward - 'I live in a big house now.'

7 Helen - 'I haven't got long hair any more.'

8 Frank - 'I eat lots of vegetables now.'

6. Choose the correct answer.

1 'I find it hard to get up early.'

'You ...3... to getting up early once you start working.'

A are used

B will get used

C were used

2 'Do you often exercise now?'

'No, but I ... to exercise a lot when I was at school.'

A used

B will get used

C am used

3 'Aren't you bothered by all that noise?'

'No, we ... to noise. We live in the city centre.'

A were used

B will get used

- C are used
- 4 'Does your sister travel a lot?'
'No, but she ... to before she got married.'
A didn't use
B used
C wasn't used
- 5 'I don't like wearing a suit every day.'
'Don't worry, you ... to it very soon.'
A are used
B will get used
C were used
- 6 'Sandra ... to using a computer, but now she enjoys it.'
'It's a lot easier for her now.'
A isn't used
B will get used
C wasn't used
- 7 'Do you remember the things we ... to do when we were kids?'
'Of course I do. How could I forget what fun we had!'
A used
B were used
C got used
- 8 'Do you like living in the city?'
'Well, I ... to it yet, but it's okay.'
A am not used
B wasn't used
C am used

7. Fill in the gaps with one of the verbs from the list in the correct form. Use each verb twice.

wash, walk, play, work

- 1 I used to ...*work*... in a shop, but now I work in an office.
2 I can't concentrate. I'm not used to ... in such a noisy office.
3 Tom lived in the country for years. He used to ... miles every day.
4 I'm exhausted. I'm not used to ... such long distances.
5 Mary used to ... her clothes by hand, but now she uses a washing machine.
6 We haven't got a washing machine, so we're used to ... our clothes by hand.
7 The children are bored with the bad weather. They're used to ... outside.
8 When we were younger, we used to ... cowboys and Indians.

8. Put the verbs in brackets into the past simple or the present perfect.

1. A: Do you know that man?
B: Oh yes. He's a very good friend of mine. I 1) ...*'ve known*... (know) him for about ten years.
A: I think I 2) ... (meet) him at a business meeting last month.
2. A: Mum 1) ... (lose) her purse.
B: Where 2) ... (she/lose) it?
A: At the supermarket while she was shopping.
3. A: Who was on the telephone?
B: It 1) ... (be) Jane.
A: Who is Jane?
B: Someone who 2) ... (work) in my office for a few years. She's got a new job now, though.

4. A: Who is your favourite singer?
 B: Freddie Mercury. He 1) ... (have) a wonderful voice.
 A: Yes, I agree. He 2) ... (enjoy) performing live, too.

9. Fill in the gaps with one of the verbs from the list in the past perfect continuous.

read, scream, argue, try, eat, watch

1. Emily was angry. She ...*had been arguing*... with her parents for an hour.
2. Hannah felt sick. She ... chocolates all afternoon.
3. Allan had a headache. His baby sister ... for half an hour.
4. Emily was frightened. She ... a horror film for half an hour.
5. Simon was confused. He ... to win the game for hours.
6. John was very tired. He ... all night.

10. Put the verbs in brackets into the correct past tense.

A: On Monday morning, Jo 1) ... *missed*... (miss) the bus and had to walk to school. When she 2) ... (arrive), the bell 3) ... (already/ring)', and lessons 4) ... (start). The children 5) ... (work) quietly when Jo 6) ... (walk) into the classroom.

B: When Jamie 1) ... (get) to the party, a lot of people 2) ... (dance) to pop music. Everyone 3) ... (wear) jeans and T-shirts. Jamie 4) ... (buy) a new suit for the party and he 5) ... (wear) that. He 6) ... (feel) quite silly because everyone 7) ... (look) at him.

Future simple употребляется:

1. для обозначения будущих действий, которые, возможно, произойдут, а возможно, и нет, We'll visit Disney World one day.
2. для предсказаний будущих событий (predictions), Life will be better fifty years from now.
3. для выражения угроз или предупреждений (threats / warnings), Stop or I'll shoot.
4. для выражения обещаний (promises) и решений, принятых в момент речи (on-the-spot decisions), I'll help you with your homework.
5. с глаголами hope, think, believe, expect и т.п., с выражениями I'm sure, I'm afraid и т.п., а также с наречиями probably, perhaps и т.п. / think he will support me. He will probably go to work.

К маркерам future simple относятся: tomorrow, the day after tomorrow, next week I month / year, tonight, soon, in a week / month year и т.д.

ПРИМЕЧАНИЕ

Future simple не употребляется после слов while, before, until, as soon as, after, if и when в придаточных предложениях условия и времени. В таких случаях используется present simple. Например: I'll make a phone call while I wait for you. (А не:... while I will wait for you.) Please phone me when you finish work.

В дополнительных придаточных предложениях после "when" и "if" возможно употребление future simple. Например: I don't know when I if Helen will be back.

He is going to throw the ball.

Be going to употребляется для:

1. выражения заранее принятых планов и намерений на будущее, Например: Bob is going to drive to Manchester tomorrow morning.
2. предсказаний, когда уже есть доказательства того, что они сбудутся в близком будущем. Например: Look at that tree. It is going to fall down.

We use the **future continuous**:

a) for an action which will be in progress at a stated for an action which will be future time.
This time next week, we'll be cruising round the islands.

b) for an action which will definitely happen in the future as the result of a routine or arrangement. *Don't call Julie. I'll be seeing her later, so I'll pass the message on.*

c) when we ask politely about someone's plans for the near future (what we want to know is if our wishes fit in with their plans.) *Will you be using the photocopier for long?*

No. Why?

I need to make some photocopies.

We use the **future perfect**:

1. For an action which will be finished before a stated future time. *She will have delivered all the newspapers by 8 o'clock.*

2. The future perfect is used with the following time expressions: before, by, by then, by the time, until/till.

We use the **future perfect continuous**:

1. to emphasize the duration of an action up to a certain time in the future. *By the end of next month, she will have been teaching for twenty years.*

The future perfect continuous is used with: by... for.

Выполните упражнения на закрепление материала:

1. Tanya Smirnoff is a famous astrologer. She's been invited on a TV show to give her astrological predictions for next year. Using the prompts below, make sentences, as in the example.

e.g. *An early earthquake will strike Asia.*

- 1 earthquake/strike/Asia
- 2 Tom Murray/win/elections
- 3 economy/not improve/significantly
- 4 number of road accidents/increase
- 5 America/establish/colony/on Mars
- 6 scientists/not discover/cure for common cold

2. In pairs, ask and answer questions using the prompts below, as in the examples.

SA: Are you going to pay the bill?

SB: Yes, that's what I'm going to do.

SA: Are you going to complain to the manager?

SB: No, that's not what I'm going to do.

1. pay the bill (✓)
2. complain to the manager (X)
3. take the skirt back to the shop (✓)
4. buy the jumper (✓)
5. ask the bank manager for a loan (X)
6. order the food (✓)
7. book the airline tickets (X)

3. Fill in the gaps with the correct form of will or be going to and the verb in brackets.

- 1 A: Why are you buying flour and eggs?
B: Because I ...'m going to make... (make) a cake.
- 2 A: I have decided what to buy Mum for her birthday.
B: Really. What ... (you/buy) for her?
- 3 A: Did you ask Jackie to the party?
B: Oh no! I forgot! I ... (ask) her tonight.
- 4 A: Could I speak to Jim, please?
B: Wait a minute. I ... (get) him for you.
- 5 A: What are your plans for the weekend?

- B: I ... (spend) some time with my friends.
 6 A: What are you doing on Friday night?
 B: Oh, I ... (probably/stay) at home with my family.
 7 A: Have you tidied your room yet?
 B: No, but I promise I ... (do) it this afternoon.
 8 A: Look at that boy!
 B: Oh yes! He ... (climb) the tree.
 9 A: Jason is very clever for his age.
 B: Yes. He says he ... (become) a doctor when he grows up.
 10 A: I'm too tired to cut the grass.
 B: Don't worry! I (cut) it for you.

4. Fill in the gaps with shall, will or the correct form of be going to.

- 1 A: It's too hot in here.
 B: You're right. I ...*will*... open a window.
 2 A: ... I put the baby to bed, now?
 B: Yes, he looks a little tired.
 3 A: Have you seen Lucy recently?
 B: No, but I ... meet her for lunch later today.
 4 A: Have you done the shopping yet?
 B: No, but I ... probably do it tomorrow, after work.
 5 A: ... we ask Mr Perkins for help with the project?
 B: That's a good idea. Let's ask him now.

5. Replace the words in bold with will/won't or shall I/we, as in the example.

- 1 I've asked Paul to talk to the landlord, but he **refuses to** do it.
I've asked Paul to talk to the landlord, but he won't do it.
 2 **Do you want me** to make a reservation for you?
 3 **Can** you call Barry for me, please?
 4 **Why don't we** try this new dish?
 5 Where **do you want me** to put these flowers?

6. In pairs, ask and answer questions using the prompts below, as in the example.

- SA: *When will you do the gardening?*
 SB: *I'll do it after I've done the shopping.*
 1 do the gardening / do the shopping
 2 post the letters / buy the stamps
 3 iron the clothes / tidy the bedroom
 4 water the plants / make the bed
 5 do your homework / have my dinner
 6 pay the bills / take the car to the garage

7. Put the verbs in brackets into the present simple or the future simple.

- 1 A: I'm going to the gym tonight.
 B: Well, while you ...*are*... (be) there, I ... (do) the shopping.
 2 A: ... (you/call) me when you ... (get) home?
 B: Yes, of course.
 3 A: As soon as John ... (come) in, tell him to come to my office.
 B: Certainly, sir.
 4 A: I'm exhausted.
 B: Me too. I wonder if David ... (come) to help tonight.
 5 A: Are you going to visit Aunt Mabel this afternoon?

- B: Yes, I ... (visit) her before I ... (do) the shopping.
 6 A: Is George going to eat dinner with us?
 B: No, by the time he ... (get) home it ... (be) very late.
 7 A: When ... (you/pay) the rent?
 B: When I ... (get) my pay cheque.
 8 A: What are your plans for the future?
 B: I want to go to university after I ... (finish) school.
 9 A: If you ... (pay) for dinner, I ... (pay) for the theatre.
 B: Okay, that's a good idea.
 10 A: Can you give this message to Mike, please?
 B: Well, I'll try, but I doubt if I ... (see) him today.

8. Put the verbs in brackets into the future simple, the present simple or the present continuous.

- 1 A: I ...*am seeing*... (see) Roger at seven o'clock tonight.
 B: Really? I thought he was out of town.
 2 A: ... (you/do) anything on Friday morning?
 B: No, I'm free.
 3 A: I ... (go) to the cinema. There's a new film on. Do you want to come with me?
 B: What time ... (the film/start)?
 4 A: Helen ... (have) a party the day after tomorrow. ... (you/go)?
 B: As a matter of fact, I haven't been invited.
 5 A: The new exhibition ... (open) on April 3rd and ... (finish) on May 31st.
 B: I know. I ... (go) on the first day.
 6 A: Aunt Maggie ... (come) to visit us tomorrow.
 B: I know. What time ... (she/arrive)?
 7 A: Excuse me, what time ... (the train/leave)?
 B: At half past three, madam.
 8 A: Michael Jackson ... (give) a concert at the Olympic Stadium next week.
 B: I know. I ... (want) to get a ticket.
 9 A: I'm really thirsty.
 B: I ... (get) you a glass of water.
 10 A: Are you looking forward to your party?
 B: Yes. I hope everyone ... (enjoy) it.
 11 A: How old is your sister?
 B: She .. (be) twelve next month.
 12 A: What are you doing tonight?
 B: I ... (probably/watch) TV after dinner.

9. A) Cliff Turner has his own business and it is doing well. He has already decided to expand.

Look at the prompts and say what he is going to do, as in the example.

1. employ more staff
He's going to employ more staff.
2. advertise in newspapers and magazines
3. equip the office with computers
4. increase production
5. move to bigger premises
6. open an office abroad

B) Cliff is always busy. Look at his schedule and say what his arrangements are for the next few days. Make sentences, as in the example.

Wednesday 12th: fly to Montreal

He is flying to Montreal on Wednesday.

Thursday 13th: give an interview to The Financial Times
Friday 14th: have lunch with sales representatives
Saturday 15th: have a meeting with Japanese ambassador
Sunday 16th: play tennis with Carol

10. In Pairs, ask and answer the following questions using I (don't) think/expect I will or I hope /'m sure/'m afraid I will/won't, as in the example.

SA: *Do you think you will pass your exams?*

SB: *I hope I will/I'm afraid I won't.*

- 1 pass/exams
- 2 move house
- 3 take up / new hobby
- 4 make / new friends
- 5 start having music lessons
- 6 have / party on / birthday
- 7 learn/drive

ТЕМА 3. Социально-культурная сфера общения (Я и моя страна. Я и мир)

Тематика общения:

1. Екатеринбург – столица Урала.
2. Общее и различное в национальных культурах.

Проблематика общения:

1. Мой родной город.
2. Традиции и обычаи стран изучаемого языка.
3. Достопримечательности стран изучаемого языка.

3.1 Запомните слова и выражения, необходимые для освоения тем курса:

My town

a building – здание
downtown – деловой центр города
town outskirts – окраина города
a road – дорога
an avenue – проспект
a pavement/a sidewalk - тротуар
a pedestrian – пешеход
a pedestrian crossing – пешеходный переход
traffic lights – светофор
a road sign – дорожный знак
a corner – угол
a school - школа
a kindergarten – детский сад
a university - университет
an institute – институт
an embassy - посольство
a hospital - больница
a shop/a store/a shopping centre/a supermarket – магазин, супермаркет
a department store – универсам
a shopping mall/centre – торговый центр
a food market – продуктовый рынок
a greengrocery – фруктово-овощной магазин
a chemist's/a pharmacy/a drugstore - аптека
a beauty salon – салон красоты
a hairdressing salon/a hairdresser's - парикмахерская
a dental clinic/a dentist's – стоматологическая клиника
a vet clinic – ветеринарная клиника
a laundry – прачечная
a dry-cleaner's – химчистка
a post-office – почтовое отделение
a bank – банк
a cash machine/a cash dispenser - банкомат
a library – библиотека
a sight/a place of interest - достопримечательность
a museum – музей
a picture gallery – картинная галерея
a park – парк
a fountain – фонтан
a square – площадь
a monument/a statue – памятник/статуя
a river bank – набережная реки

a beach – пляж
 a bay - залив
 a café – кафе
 a restaurant – ресторан
 a nightclub – ночной клуб
 a zoo - зоопарк
 a cinema/a movie theatre - кинотеатр
 a theatre – театр
 a circus - цирк
 a castle - замок
 a church – церковь
 a cathedral – собор
 a mosque - мечеть
 a hotel – отель, гостиница
 a newsagent's – газетный киоск
 a railway station – железнодорожный вокзал
 a bus station - автовокзал
 a bus stop – автобусная остановка
 an underground (metro, subway, tube) station – станция метро
 a stadium – стадион
 a swimming-pool – плавательный бассейн
 a health club/a fitness club/a gym – тренажерный зал, фитнес клуб
 a playground – игровая детская площадка
 a plant/a factory – завод/фабрика
 a police station – полицейский участок
 a gas station/a petrol station – заправочная автостанция, бензоколонка
 a car park/a parking lot - автостоянка
 an airport - аэропорт
 a block of flats – многоквартирный дом
 an office block – офисное здание
 a skyscraper - небоскреб
 a bridge – мост
 an arch – арка
 a litter bin/a trash can – урна
 a public toilet – общественный туалет
 a bench - скамья

3.2 Подготовьте устный рассказ по теме на основе предложенного:

Ekaterinburg – an Industrial Centre

Ekaterinburg is one of the leading industrial centres of Russia. There are over 200 industrial enterprises of all-Russia importance in it. The key industry is machine-building. The plants of our city produce walking excavators, electric motors, turbines, various equipment for industrial enterprises.

During the Great Patriotic War Sverdlovsk plants supplied the front with arms and munitions and delivered various machinery for restoration of Donbass collieries and industrial enterprises of the Ukraine.

The biggest plants of our city are the Urals Heavy Machine Building Plant (the Uralmash), the Urals Electrical Engineering Plant (Uralelectrotyazhmash), the Torbomotorny Works (TMZ), the Chemical Machinery Building Works (Chimmash), the Verkh Iset Metallurgical Works (VIZ) and many others.

The Urals Heavy Machinery Building Plant was built in the years of the first five-year plan period. It has begun to turn out production in 1933. The machines and equipment produced by the Uralmash have laid the foundation for the home iron and steel, mining and oil industries. The plant

produces walking excavators and draglines, drilling rigs for boring super-deep holes, crushing and milling equipment for concentrators. The plant also produces rolling-mills, highly efficient equipment for blast furnaces, powerful hydraulic presses and other machines. The trade mark of the Uralmash is well-known all over the world.

The Electrical Engineering plant was put into operation in 1934. At the present time it is a great complex of heavy electrical machine-building. It produces powerful hydrogenerators, transformers, air and oil switches, rectifiers & other electrical equipment. Besides, it is one of the main producers of high-voltage machinery.

The Turbo-Motorny Works produces turbines & diesel motors for powerful trucks. The turbines manufactured by this plant are widely known not only in our country, but also abroad. The plant turned out its first turbines in 1941.

The Urals Chemical Works, the greatest plant in the country, produces machinery for the chemical industry. It also produces vacuum- filters used in different branches of oil industry.

The Verkh-Iset Metallurgical Works the oldest industrial enterprise in Ekaterinburg is now the chief producer of high grade transformer steel in the country.

Now complex mechanization & automation of production processes are being used at all industrial enterprises of Ekaterinburg. Its plants make great contribution to the development of our country's national economy.

The History of Ekaterinburg

The famous Soviet poet V. Mayakovsky called our city "A Worker and a Fighter" and these words most fully reflect the features of Ekaterinburg.

Ekaterinburg is nowadays one of the leading industrial cities of Russia, an administrative & cultural centre of the Sverdlovsk region. It is the capital of the Urals.

Ekaterinburg has sprung up in the upper reaches of the Iset River in the middle part of the Urals Mountains near the border of Europe and Asia. It stretches from North to South for 25 km. and 15 km. from East to West.

The history of our city is very interesting. It was founded at the beginning of the XVIII century as a fortress-factory in connection with the construction of the Urals iron works. The works was constructed under the supervision of Tatishchev, a mining engineer, who was sent to the Urals by Peter the first. It was put into operation in November 1723. This date is considered to be the date of the birthday of city. It was named Ekaterinburg. On the place of the first works there is the Historical Square now.

The town grew and developed as the centre of an important mining area where the mining administration office was located. Ekaterinburg was an ordinary provincial town like many others in Russia before the October Revolution. It had only one theatre, four hospitals, one mining school and not a single higher school.

At the end of the XIX century Ekaterinburg became one of the centres of the revolutionary struggle. Many squares, streets and houses of the city keep the memory of the revolutionary events and the Civil War in the Urals. They are: the 1905 Square, a traditional place of the revolutionary demonstrations of the working people, the rocks "Kamenniye Palatki", a memorial park now, which was the place of illegal meetings of Ekaterinburg workers, the Opera House where the Soviet power was proclaimed in November 8, 1917 and many others.

Ekaterinburg is closely connected with the life and activities of many famous people. Here Y.M. Sverdlov, the leader of the Urals Party organization before the Revolution and the first President of the Soviet state, carried out his revolutionary work. In 1924 Ekaterinburg was renamed in his memory.

The name of such a famous scientist and inventor of the radio as Popov, and the names of such writers as Mamin-Sibiriyak and Bazhov are also connected with Ekaterinburg.

After the October Socialist Revolution the town has changed beyond recognition. It grew quickly in the years of the first five-year plan periods. Nowadays our city is constantly growing and developing. Modern Ekaterinburg is a city of wide straight streets, multistoried blocks of flats, big shops, beautiful palaces of culture, cinemas, fine parks and squares.

The centre of the city is 1905 Square with the monument to V.I. Lenin and the building of the City Soviet. The main street is Lenin Avenue. The total area of the city is over 400 sq. km. The population is about two million.

In connection with its 250th anniversary and for its outstanding achievements in the development of the national economy of our country Ekaterinburg was awarded the Order of Lenin.

Ekaterinburg – a Center of Science & Education

Ekaterinburg is one of the largest & most important centers of science & education in our country. The city has 15 higher schools. The oldest of them are the Mining & the Polytechnical Institutes, the Urals State University founded in 1920, the Medical & Pedagogical & many others. Ekaterinburg higher schools train specialists for practically all branches of industry, economy, education & science. The city has a student population of about 80 thousand. Besides, there are many secondary and vocational schools and over 50 technical schools (colleges). The oldest of them is the Mining Metallurgical College named after Polzunov, founded in 1847.

Much important scientific research work is carried on in Ekaterinburg. The Urals Branch of Sciences, now called the Urals Scientific Centre (UNZ), was founded in 1932. Its first chairman was the famous Soviet scientist, mineralogist and geochemist A.E. Fersman. UNZ is the main centre of scientific work now. It contains nine institutes which solve the most important theoretical and practical problems in the field of geology, mining, metallurgy, biology, economy and others.

The city has more than 120 research and designing institutions, among them Uralmechanobr, Unipromed, Nipigormash and others. It is worth mentioning that important scientific and research work is also carried on in educational establishments and at the industrial enterprises of the city, such as the Uralmash, Uralelectrotyazmash and others.

Thousands of research workers, among them 5 academicians, 10 Corresponding members of the Russian Academy of Sciences, many Doctors and Masters of Science are engaged in scientific and research work. Ekaterinburg has contributed greatly to the development of Russian science.

Ekaterinburg - a Cultural Centre

Ekaterinburg is not only an industrial and educational, but also a large cultural centre. There is a lot to be seen in the city. There are many theatres, cinemas, museums, clubs, libraries, palaces of culture, the Art Gallery and the Circus in it.

The Art Gallery houses a splendid collection of paintings of Russian and Soviet artists such as Repin, Polenov, Levitan, Perov, Slusarev, Burak, Pimenov and many others. Here you will see one of the world famous collections of metal castings made in Kasli and especially a cast Iron pavilion. It was shown in Paris at the World Exhibition and awarded the Highest Prize.

Ekaterinburg is famous for its theaters. They are the Opera & Ballet House, the Drama Theatre, the Musical Comedy, the Children's and Puppet Theatres, the Cinema and Concert Hall "Cosmos". The Opera House was built in 1912. Many famous singers such as S. Lemeshev, I. Koslovsky, I. Arkhipova, B. Shtokolov and many others sang in that theatre. Ekaterinburg has a Philharmonic Society, film and television studios, the Urals Russian Folk Choir which is well known both at home and abroad.

There are many museums in the city: the Museum of Local Studies, the Sverdlov Museum, the Museum of Mamin-Sibiriyak, the Bazhov Museum, the Museum of Architecture. But the Urals Geological Museum is the most famous one. It is a real treasure-house of the Urals riches. The museum was opened in 1937.

Ekaterinburg is a green city with its squares, gardens and parks. The largest and the best of the parks is the Central Park of Culture and Rest. The Central Square of the City is the 1905 Square. Besides, there are some others: the Labor Square, one of the oldest of the city, located in front of the House of Trade Unions, the Komsomolskaya Square with the monument to the Urals Komsomol, the Paris Commune Square with the monument to Y.M. Sverdlov.

There are lots of monuments in the city. They are: the monument dedicated to the students and teachers of the Urals Polytechnical Institute who perished in the Great Patriotic War, the monument to the Urals Tank Corps, the monuments to Bazhov, Popov, Ordjonikidze, Malishev and many others.

There are a lot of places of interest in our city. Any visitor who comes to our city is invited to take sightseeing around it. We will be shown the historical places such as the rocks "Kamenniye Palatki", the Pupils' Creation Palace, the Historical Square, the 1905 Square.

There are several memorials to those who gave their lives in the struggle against fascism, the obelisk in the Square of Communards with the eternal flame. Such famous places of interest at the city pond with granite-lined embankment, the Palace of Youth, the lake Shartash, the Uktus Mountains and some others are most popular with the citizens of Ekaterinburg as well as with its visitors.

Ekaterinburg is a city of sports. There are a lot of sports grounds, stadiums, sports halls and a beautiful Palace of Sport in it. Ekaterinburg is often called the Winter Sports Capital. All sorts of important skiing & skating events are held in the Uktus Mountains.

Подготовьте устный рассказ по теме на основе предложенного:

The United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland

The United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland (the UK) occupies most of the territory of the British Isles. It consists of four main parts: England, Scotland, Wales and Northern Ireland. London is the capital of England. Edinburgh is the capital of Scotland, Cardiff— of Wales and Belfast — of Northern Ireland. The UK is a small country with an area of some 244,100 square kilometres. It occupies only 0.2 per cent of the world's land surface. It is washed by the Atlantic Ocean in the north-west, north and south-west and separated from Europe by the Severn, but the most important waterway is the Thames.

The climate is moderate and mild. But the weather is very changeable. The population of the United Kingdom is over 57 million people. Foreigners often call British people "English", but the Scots, the Irish and the Welsh do not consider themselves to be English. The English are Anglo-Saxon in origin, but the Welsh, the Scots and the Irish are Celts, descendants of the ancient people, who crossed over from Europe centuries before the Norman Invasion. It was this people, whom the Germanic Angles and Saxons conquered in the 5th and 6th centuries AD. These Germanic conquerors gave England its name — "Angle" land. They were conquered in their turn by the Norman French, when William the Conqueror of Normandy landed near Hastings in 1066. It was from the union of Norman conquerors and the defeated Anglo-Saxons that the English people and the English language were born. The official language of the United Kingdom is English. But in western Scotland some people still speak Gaelic, and in northern and central parts of Wales people often speak Welsh.

The UK is a highly developed industrial country. It is known as one of the world's largest producers and exporters of machinery, electronics, textile, aircraft, and navigation equipment. One of the chief industries of the country is shipbuilding.

The UK is a constitutional monarchy. In law, Head of the State is Queen. In practice, the country is ruled by the elected government with the Prime Minister at the head. The British Parliament consists of two chambers: the House of Lords and the House of Commons. There are three main political parties in Great Britain: the Labour, the Conservative and the Liberal parties. The flag of the United Kingdom, known as the Union Jack, is made up of three crosses. The big red cross is the cross of Saint George, the patron saint of England. The white cross is the cross of Saint Andrew, the patron saint of Scotland. The red diagonal cross is the cross of Saint Patrick, the patron saint of Ireland.

The United Kingdom has a long and exciting history and a lot of traditions and customs. The favorite topic of conversation is weather. The English like to drink tea at 5 o'clock. There are a lot of high days in Great Britain. They celebrate Good Friday, Christmastide, Christmas, Valentine's day and many others. It is considered this nation is the most conservative in Europe because people attach greater importance to traditions; they are proud of them and keep them up. The best examples are their money system, queen, their measures and weights. The English never throw away old things and don't like to have changes.

Great Britain is a country of strong attraction for tourists. There are both ancient and modern monuments. For example: Hadrian Wall and Stonehenge, York Cathedral and Durham castle. It is no doubt London is the most popular place for visiting because there are a lot of sightseeing like the Houses of Parliament, Buckingham Palace, London Bridge, St Paul's Cathedral, Westminster Abbey, the Tower

of London. Also you can see the famous Tower Clock Big Ben which is considered to be the symbol of London. Big Ben strikes every quarter of an hour. You will definitely admire Buckingham Palace. It's the residence of the royal family. The capital is famous for its beautiful parks: Hyde Park, Regent's Park. The last one is the home of London Zoo.

3.3 Систематизация грамматического материала:

1. Модальные глаголы и их эквиваленты.
2. Образование видовременных форм глагола в пассивном залоге.
3. Основные сведения о согласовании времён, прямая и косвенная речь.

Модальные глаголы

<u>Глаголы</u>	<u>Значение</u>	<u>Примеры</u>
CAN	физическая или умственная возможность/умение	I can swim very well. – Я очень хорошо умею плавать.
	возможность	You can go now. — Ты можешь идти сейчас. You cannot play football in the street. – На улице нельзя играть в футбол.
	вероятность	They can arrive any time. – Они могут приехать в любой момент.
	удивление	Can he have said that? – Неужели он это сказал?
	сомнение, недоверчивость	She can't be waiting for us now. – Не может быть, чтобы она сейчас нас ждала.
	разрешение	Can we go home? — Нам можно пойти домой?
	вежливая просьба	Could you tell me what time it is now? – Не могли бы вы подсказать, который сейчас час?
MAY	разрешение	May I borrow your book? – Я могу одолжить у тебя книгу?
	предположение	She may not come. – Она, возможно, не придет.
	возможность	In the museum you may see many interesting things. – В музее вы можете увидеть много интересных вещей.
	упрек – только MIGHT (+ perfect infinitive)	You might have told me that. – Ты мог бы мне это сказать.
MUST	обязательство, необходимость	He must work. He must earn money. – Он должен работать. Он должен зарабатывать деньги.
	вероятность (сильная степень)	He must be sick. — Он, должно быть, заболел.
	запрет	Tourists must not feed animals in the zoo. — Туристы не должны кормить животных в зоопарке.
SHOULD OUGHT TO	моральное долженствование	You ought to be polite. – Вы должны быть любезными.
	совет	You should see a doctor. – Вам следует сходить к врачу.
	упрек, запрет	You should have taken the umbrella. – Тебе следовало взять с собой зонт .
SHALL	указ, обязанность	These rules shall apply in all circumstances. – Эти правила будут действовать при любых обстоятельствах.
	угроза	You shall suffer. — Ты будешь страдать.
	просьба об указании	Shall I open the window? – Мне открыть окно?

WILL	готовность, нежелание/отказ	The door won't open. — Дверь не открывается.
	вежливая просьба	Will you go with me? – Ты сможешь пойти со мной?
WOULD	готовность, нежелание/отказ	He would not answer this question. – Он не будет отвечать на этот вопрос.
	вежливая просьба	Would you please come with me? — Не могли бы вы пройти со мной.
	повторяющееся/привычное действие	We would talk for hours. – Мы беседовали часами.
NEED	необходимость	Do you need to work so hard? – Тебе надо столько работать?
NEEDN'T	отсутствие необходимости	She needn't go there. — Ей не нужно туда идти.
DARE	Посметь	How dare you say that? – Как ты смеешь такое говорить?

Модальные единицы эквивалентного типа

to be able (to) = can	Возможность соверш-я конкрет-го дей-ия в опред. момент	She was able to change the situation then. (Она тогда была в состоянии (могла) изменить ситуацию).
to be allowed (to) = may	Возмож-ть совер-ия дей-ия в наст.-м, прош-ом или буд-ем + оттенок разрешения	My sister is allowed to play outdoors. (Моей сестре разрешается играть на улице).
to have (to) = ought, must, should	Необходимость совер-я дей-я в наст.-м, прош-ом или буд-ем при опред-х об-вах	They will have to set up in business soon. (Им вскоре придется открыть свое дело).
to be (to) = ought, must, should	Необходимость совер-я дей-я в наст.-м, прош-ом при наличии опред. планов, распис-ий и т.д.	We are to send Nick about his business. (Мы должны (= планируем) выпроводить Ника).

Выполните упражнения на закрепление материала:

1. Rephrase the following sentences using **must, mustn't, needn't, has to or doesn't have to**.

- 1 **You aren't allowed** to park your car in the college car park.
...*You mustn't park your car in the college car park...*
- 2 **I strongly advise** you to speak to your parents about your decision.
- 3 **It isn't necessary** for Emma to attend tomorrow's staff meeting.
- 4 **Jack is obliged** to wear a suit and a tie at work because the manager says so.
- 5 **I'm sure** Antonio is from Milan.
- 6 **It's necessary** for Roger to find a job soon.
- 7 **It's forbidden** to use mobile phones inside the hospital.
- 8 Susan **is obliged to** work overtime because her boss says so.

2. Rephrase the following sentences using **didn't need to or needn't have done**.

- 1 It wasn't necessary for him to wash the car. It wasn't dirty.
...*He didn't need to wash the car...*
- 2 It wasn't necessary for her to buy so many oranges, but she did.
- 3 It wasn't necessary for us to take an umbrella. It wasn't raining.
- 4 It wasn't necessary for us to turn on the light. It wasn't dark.
- 5 It wasn't necessary for him to call me today, but he did.
- 6 It wasn't necessary for you to make sandwiches for me, but you did.
- 7 It wasn't necessary for them to make reservations at the restaurant, but they did.

3. Rewrite the sentences using the word in bold.

- 1 It isn't necessary for Mark to buy new clothes for the reception.
need ...*Mark doesn't need to/needn't buy new clothes for the reception...*
- 2 You aren't allowed to pick these flowers. **must**
- 3 Sarah is obliged to type her compositions at university. **has**
- 4 It wasn't necessary for Paula to make the beds. **need**
- 5 It is your duty to obey the law. **must**
- 6 It wasn't necessary for Bob to wait for me, but he did. **need**
- 7 It is forbidden to throw litter on the beach. **must**
- 8 I'm sure Ronald is at home. **must**
- 9 It wasn't necessary for Alice to bake a cake for the party. **need**
- 10 It wasn't necessary for George to stay at work late last night, but he did. **have**

4. Fill in the gaps with an appropriate modal verb.

- 1 A: ... *May/Can/Could*... I borrow your pen, please?
B: No, youI'm using it.
- 2 A: I'm bored. What shall we do?
B: We ... go for a walk.
A: No, we ... because it's raining.
B: Let's watch a video, then.
- 3 A: My parents told me I ... go to the party tonight.
B: Never mind, I ... go either. We ... stay at home together, though.
- 4 A: Sir,I speak to you for a moment, please?
B: Certainly, but later today; I'm busy now.
- 5 A: Excuse me?
B: Yes?
A: ... you tell me where the post office is, please?
B: Certainly. It's on the main road, next to the school.
- 6 A: Is anyone sitting on that chair?
B: No, you ... take it if you want to.

5. Choose the correct answer.

- 1 " Todd was a very talented child.'
I know. He ..*B...* play the piano well when he was seven.'
A couldn't B could C can
- 2 I've just taken a loaf out of the oven.
Oh, that's why I ... smell fresh bread when I came home.
A was able to B can't C could
- 3 'How was the test?'
Easy. All the children ... pass it.'
A were able to B could C can't
- 4 What are you doing this summer?'
'I hope I'll ... go on holiday with my friends.'
A could B be able to C can

6 Rewrite the sentences using the words in bold.

- 1 Do you mind if I leave the door open for a while?
can ...*Can I leave the door open for a while?...*
- 2 You're obliged to take notes during the lecture. **have**
- 3 I'm sorry, but you aren't allowed to enter this room. **must**
- 4 Jack managed to unlock the door. **able**
- 5 It wasn't necessary for Ann to cook dinner, but she did. **need**

- 6 Let's play a game of chess. **could**
- 7 I'm certain Sarah is bored with her work. **must**
- 8 I strongly advise you to take up sport. **must**
- 9 I'm certain Liz isn't interested in your ideas. **can**
- 10 You may take the car tonight if you want. **can**

7. Study the situations and respond to each one using an appropriate modal verb.

- 1 You want to go on holiday with your friends this year. Ask your parents for **permission**.
...Can I go on holiday with my friends this year?...
- 2 You are at a job interview. You type fast, you use computers and you speak two foreign languages. Tell the interviewer about your **abilities**.
- 3 Your brother is trying to decide what to buy your mother for her birthday. You **suggest** a box of chocolates.
- 4 Your jacket is dirty and you want to wear it next week. It is **necessary** to take it to the dry cleaner's.
- 5 You want to have a day off work next week. Ask for your boss' **permission**.
- 6 You are in the car with your uncle. It's hot and you want him to open the window. Make a **request**.
- 7 Your mother is going to the shops. She asks you if you want anything. You tell her it **isn't necessary** to get anything for you.

8. Complete the sentences using must or can't.

- 1 I'm certain they go to bed early on Sunday nights. They *...must go to bed early on Sunday nights...*
- 2 I'm sure John didn't stay late at the office. John *...can't have stayed late at the office...*
- 3 I'm certain he hasn't arrived yet. He ...
- 4 I'm certain they are working together. They ...
- 5 I'm sure Amy hasn't finished her homework. Amy ...
- 6 I'm certain she was having a bath when I rang. She ...
- 7 I'm sure he hasn't won the prize. He ...
- 8 I'm sure she is looking for a new house. She ...
- 9 I'm certain Paul didn't invite Linda to the party. Paul ...
- 10 I'm certain you have been planning the project. You ...
- 11 I'm sure she was writing a letter. She ...
- 12 I'm certain they hadn't paid the bill. They ...
- 13 I'm sure he had been fixing the pipe. He ...

9. Rephrase the following sentences in as many ways as possible.

- 1 Perhaps Laura has left the phone off the hook. *...Laura may/might/could have left the phone off the hook...*
- 2 Surgeons are obliged to scrub their hands before operating on patients.
- 3 Do you mind if I open the window?
- 4 It wasn't necessary for Peter to wash the dog, so he didn't.
- 5 Emily managed to reach the top shelf, even though she didn't have a ladder.
- 6 It's forbidden to copy files without the manager's permission.
- 7 Why don't we spend this evening at home?
- 8 I'm certain Patrick misunderstood my instructions.
- 9 I'm sure Helen didn't know about her surprise party.

10. Rephrase the following sentences in as many ways as possible.

- 1 Perhaps they are at work.
They ...may/might/could be at work...
- 2 Perhaps he is waiting outside. He ...

- 3 It's possible she will work late tonight. She ...
- 4 It's likely he was driving too fast. He ...
- 5 It's possible they made a mistake. They ...
- 6 Perhaps he has missed the bus. He ...
- 7 It's possible she has been playing in the snow. She ...
- 8 It's likely we will be leaving tomorrow. We ...
- 9 It's likely he will stay there. He ...
- 10 Perhaps she had been trying to call you. She ...
- 11 It's likely they had seen the film already. They ...
- 12 It's possible he is studying in the library. He ...

Страдательный залог (Passive Voice)

образуется при помощи вспомогательного глагола to be в соответствующем времени, лице и числе и причастия прошедшего времени смысл. глагола – Participle II (III –я форма или ed-форма).

В страдательном залоге не употребляются:

1) Непереходные глаголы, т.к. при них нет объекта, который испытывал бы воздействие, то есть нет прямых дополнений которые могли бы стать подлежащими при глаголе в форме Passive.

Переходными в англ. языке называются глаголы, после которых в действительном залоге следует прямое дополнение; в русском языке это дополнение, отвечающее на вопросы винительного падежа – кого? что?: to build строить, to see видеть, to take брать, to open открывать и т.п.

Непереходными глаголами называются такие глаголы, которые не требуют после себя прямого дополнения: to live жить, to come приходить, to fly летать, to cry плакать и др.

2) Глаголы-связки: be – быть, become – становиться/стать.

3) Модальные глаголы.

4) Некоторые переходные глаголы не могут использоваться в страдательном залоге. В большинстве случаев это глаголы состояния, такие как:

to fit годиться, быть впору to have иметь to lack не хватать, недоставать to like нравиться
to resemble напоминать, быть похожим to suit годиться, подходить и др.

При изменении глагола из действительного в страдательный залог меняется вся конструкция предложения:

- дополнение предложения в Active становится подлежащим предложения в Passive;
- подлежащее предложения в Active становится предложным дополнением, которое вводится предлогом by или вовсе опускается;
- сказуемое в форме Active становится сказуемым в форме Passive.

Особенности употребления форм Passive:

1. Форма Future Continuous не употребляется в Passive, вместо нее употребляется Future Indefinite:

At ten o'clock this morning Nick will be writing the letter. – At ten o'clock this morning the letter will be written by Nick.

2. В Passive нет форм Perfect Continuous, поэтому в тех случаях, когда нужно передать в Passive действие, начавшееся до какого-то момента и продолжающееся вплоть до этого момента, употребляются формы Perfect:

He has been writing the story for three months. The story has been written by him for three months.

3. Для краткости, во избежание сложных форм, формы Indefinite (Present, Past, Future) часто употребляются вместо форм Perfect и Continuous, как в повседневной речи так и в художественной литературе. Формы Perfect и Continuous чаще употребляются в научной литературе и технических инструкциях.

This letter has been written by Bill. (Present Perfect)

This letter is written by Bill. (Present Indefinite – более употребительно)

Apples are being sold in this shop. (Present Continuous)

Apples are sold in this shop. (Present Indefinite – более употребительно)

4. Если несколько однотипных действий относятся к одному подлежащему, то вспомогательные глаголы обычно употребляются только перед первым действием, например:
The new course will be sold in shops and ordered by post.

Прямой пассив (The Direct Passive)

Это конструкция, в которой подлежащее предложения в Passive соответствует прямому дополнению предложения в Active. Прямой пассив образуется от большинства переходных глаголов.

I gave him a book. Я дал ему книгу. A book was given to him. Ему дали книгу. (или Книга была дана ему)

The thief stole my watch yesterday. Вор украл мои часы вчера.

My watch was stolen yesterday. Мои часы были украдены вчера.

В английском языке имеется ряд переходных глаголов, которые соответствуют непереходным глаголам в русском языке. В английском они могут употребляться в прямом пассиве, а в русском – нет. Это: to answer отвечать кому-л.

to believe верить кому-л. to enter входить (в) to follow следовать (за) to help помогать кому-л.

to influence влиять (на) to join присоединяться to need нуждаться to watch наблюдать (за)

Так как соответствующие русские глаголы, являясь непереходными, не могут употребляться в страдательном залоге, то они переводятся на русский язык глаголами в действительном залоге:

Winter is followed by spring.

А при отсутствии дополнения с предлогом by переводятся неопределенно-личными предложениями: Your help is needed.

Косвенный пассив (The Indirect Passive)

Это конструкция, в которой подлежащее предложения в Passive соответствует косвенному дополнению предложения в Active. Она возможна только с глаголами, которые могут иметь и прямое и косвенное дополнения в действительном залоге. Прямое дополнение обычно означает предмет (что?), а косвенное – лицо (кому?).

С такими глаголами в действительном залоге можно образовать две конструкции:

а) глагол + косвенное дополнение + прямое дополнение;

б) глагол + прямое дополнение + предлог + косвенное дополнение:

а) They sent Ann an invitation.- Они послали Анне приглашение.

б) They sent an invitation to Ann. - Они послали приглашение Анне.

В страдательном залоге с ними также можно образовать две конструкции – прямой и косвенный пассив, в зависимости от того, какое дополнение становится подлежащим предложения в Passive. К этим глаголам относятся: to bring приносить

to buy покупать to give давать to invite приглашать to leave оставлять

to lend одалживать to offer предлагать to order приказывать to pay платить

to promise обещать to sell продавать to send посылать to show показывать

to teach учить to tell сказать и др.

Например: Tom gave Mary a book. Том дал Мэри книгу.

Mary was given a book. Мэри дали книгу. (косвенный пассив – более употребителен)

A book was given to Mary. Книгу дали Мэри. (прямой пассив – менее употребителен)

Выбор между прямым или косвенным пассивом зависит от смыслового акцента, вкладываемого в последние, наиболее значимые, слова фразы:

John was offered a good job. (косвенный пассив) Джону предложили хорошую работу.

The job was offered to John. (прямой пассив) Работу предложили Джону.

Глагол to ask спрашивать образует только одну пассивную конструкцию – ту, в которой подлежащим является дополнение, обозначающее лицо (косвенный пассив):
He was asked a lot of questions. Ему задали много вопросов.

Косвенный пассив невозможен с некоторыми глаголами, требующими косвенного дополнения (кому?) с предлогом to. Такое косвенное дополнение не может быть подлежащим в Passive, поэтому в страдательном залоге возможна только одна конструкция – прямой пассив, то есть вариант: Что? объяснили, предложили, повторили...Кому? Это глаголы: to address адресовать
to describe описывать to dictate диктовать to explain объяснять to mention упоминать
to propose предлагать to repeat повторять to suggest предлагать to write писать и др.

Например: The teacher explained the rule to the pupils. – Учитель объяснил правило ученикам. The rule was explained to the pupils. – Правило объяснили ученикам. (Not: The pupils was explained...)

Употребление Страдательного залога

В английском языке, как и в русском, страдательный залог употр. для того чтобы:

1. Обойтись без упоминания исполнителя действия (70% случаев употребления Passive) в тех случаях когда:

а) Исполнитель неизвестен или его не хотят упоминать:

He was killed in the war. Он был убит на войне.

б) Исполнитель не важен, а интерес представляет лишь объект воздействия и сопутствующие обстоятельства:

The window was broken last night. Окно было разбито прошлой ночью.

в) Исполнитель действия не называется, поскольку он ясен из ситуации или контекста:

The boy was operated on the next day. Мальчика оперировали на следующий день.

г) Безличные пассивные конструкции постоянно используются в научной и учебной литературе, в различных руководствах: The contents of the container should be kept in a cool dry place. Содержимое упаковки следует хранить в сухом прохладном месте.

2. Для того, чтобы специально привлечь внимание к тому, кем или чем осуществлялось действие. В этом случае существительное (одушевленное или неодушевленное.) или местоимение (в объектном падеже) вводится предлогом by после сказуемого в Passive.

В английском языке, как и в русском, смысловой акцент приходится на последнюю часть фразы. He quickly dressed. Он быстро оделся.

Поэтому, если нужно подчеркнуть исполнителя действия, то о нем следует сказать в конце предложения. Из-за строгого порядка слов английского предложения это можно осуществить лишь прибегнув к страдательному залогу. Сравните:

The flood broke the dam. (Active) Наводнение разрушило плотину. (Наводнение разрушило что? – плотину)

The dam was broken by the flood. (Passive) Плотина была разрушена наводнением. (Плотина разрушена чем? – наводнением)

Чаще всего используется, когда речь идет об авторстве:

The letter was written by my brother. Это письмо было написано моим братом.

И когда исполнитель действия является причиной последующего состояния:

The house was damaged by a storm. Дом был поврежден грозой.

Примечание: Если действие совершается с помощью какого-то предмета, то употребляется предлог with, например:

He was shot with a revolver. Он был убит из револьвера.

Перевод глаголов в форме Passive

В русском языке есть три способа выражения страдательного залога:

1. При помощи глагола "быть" и краткой формы страдательного причастия, причем в настоящем времени "быть" опускается:

I am invited to a party.

Я приглашён на вечеринку.

Иногда при переводе используется обратный порядок слов, когда русское предложение начинается со сказуемого: New technique has been developed. Была разработана новая методика.

2. Глагол в страдательном залоге переводится русским глаголом, оканчивающимся на –ся(-сь):

Bread is made from flour. Хлеб делается из муки.

Answers are given in the written form. Ответы даются в письменном виде.

3. Неопределенно-личным предложением (подлежащее в переводе отсутствует; сказуемое стоит в 3-м лице множественного числа действительного залога). Этот способ перевода возможен только при отсутствии дополнения с предлогом by (производитель действия не упомянут):

The book is much spoken about. Об этой книге много говорят.

I was told that you're ill. Мне сказали, что ты болен.

4. Если в предложении указан субъект действия, то его можно перевести личным предложением с глаголом в действительном залоге (дополнение с by при переводе становится подлежащим). Выбор того или иного способа перевода зависит от значения глагола и всего предложения в целом (от контекста):

They were invited by my friend. Их пригласил мой друг.(или Они были приглашены моим другом.)

Примечание 1: Иногда страдательный оборот можно перевести двумя или даже тремя способами, в зависимости от соответствующего русского глагола и контекста:

The experiments were made last year.

1) Опыты были проведены в прошлом году.

2) Опыты проводились в прошлом году.

3) Опыты проводили в прошлом году.

Примечание 2: При переводе нужно учитывать, что в английском языке, в отличие от русского, при изменении залога не происходит изменение падежа слова, стоящего перед глаголом (например в английском she и she, а переводим на русский - она и ей):

Примечание 3: Обороты, состоящие из местоимения it с глаголом в страдательном залоге переводятся неопределенно-личными оборотами:

It is said... Говорят...

It was said... Говорили...

It is known... Известно...

It was thought...Думали, полагали...

It is reported... Сообщают...

It was reported...Сообщали...и т.п.

В таких оборотах it играет роль формального подлежащего и не имеет самостоятельного значения: It was expected that he would return soon. Ожидали, что он скоро вернется.

Выполните упражнения на закрепление материала:

1. What happens to a car when it is taken for a service? Look at the prompts and make sentences using the present simple passive, as in the example.

1. the oil / change

The oil is changed.

2. the brakes / test

3. the filters / replace

4. air / put / in the tyres

5. the battery / check

6. the lights / test

7. broken parts / repair

8. it / take / for a test drive

9. the radiator / fill / with water

2. Mr Sullivan, who is a director, is preparing a scene for his new film. Read the orders and respond using the present continuous passive, as in the example.

1. Move that scenery, please.

It's being moved now, Mr Sullivan.

2. Put those props in place, please.
3. Call the actors, please.
4. Check their costumes, please.
5. Turn on the lights, please.

3. Detective Maguire is talking to a police officer about a burglary which happened early yesterday morning. In pairs, ask and answer questions using the prompts below, as in the example

1. Have you dusted the house for fingerprints yet?
the house / dust / for fingerprints yesterday
Yes, the house was dusted for fingerprints yesterday.
2. Have you found any evidence yet?
a piece of material / find / this morning
3. Have you interviewed the house owners yet?
they / interview / last night
4. Have you questioned the neighbours yet?
they / question / this morning
5. Have you arrested any suspects yet?
two men / arrest / yesterday evening
6. Have you interrogated the suspects yet?
they / interrogate / last night
7. Have you recovered the stolen goods yet?
they / recover / this morning
8. Have you written your report yet?
it / complete / an hour ago

4. Helen and Chris moved house two years ago. Yesterday, they drove past their old house and saw that it looked very different. Describe the changes using the present perfect simple passive, as in the example.

1. the outside walls / paint
The outside walls have been painted.
2. new windows / put in
3. a garden pond / make
4. the trees / cut down
5. a lot of flowers / plant
6. the old gate / replace

5. A young actress is hoping to star in a new film. Her friend is asking her what is going to happen. Respond to her questions using the passive infinitive, as in the example.

1. Will they audition you for the new film?
Well, I hope to be auditioned.
2. Will they give you a leading role?
3. Will they pay you a lot of money?
4. Will they send you to Hollywood?
5. Will they introduce you to all the stars?
6. Will they ask you to give a TV interview?
7. Will they give you an award?

6. Put the verbs in brackets into the correct passive tense.

1. A: Who looks after your garden for you?
B: It *...is looked after...* (look after) by my brother.
2. A: That's a beautiful dress. Where did you buy it?

- B: Actually, it ... (make) for me by my aunt.
3. A: Have you typed that letter yet, Miss Brown?
- B: It ... (type) right now, sir.
4. A: Did you make the coffee when you got to work this morning?
- B: No, it (already/make) by the time I got there.
5. A: Are you going to pick up the children today?
- B: No, they ... (pick up) by Roger. I've already arranged it.
6. A: Where is your watch?
- B: I broke it. It ... (repair) at the moment.
7. A: Has the new furniture for my bedroom arrived?
- B: No, it ... (not/deliver) yet.
8. A: They are building a new sports centre in town.
- B: I know. It ... (open) by the mayor next month.

7. Rewrite the sentences in the passive, where possible.

1. John opened the door.
...*The door was opened by John.*
2. They didn't come home late last night.
...*It cannot be changed.*
3. Their nanny takes them to the park every day.
4. I left very early yesterday afternoon.
5. Meg asked the policeman for directions.
6. Charles is moving house next month.
7. The letter arrived two days ago.
8. Sam took these photographs.

8. Fill in by or with.

1. The lock was broken ...*with*... a hammer.
2. This book was written ... my favourite author.
3. The cake was decorated... icing.
4. The tiger was shot ... a gun.
5. Claire was shouted at ... her teacher.
6. He was hit on the head ... an umbrella.

9. Rewrite the sentences in the passive.

1. Someone is repairing the garden fence.
...*The garden fence is being repaired....*
2. Do they teach Latin at this school?
3. I don't like people pointing at me.
4. She hit him on the head with a tennis racquet.
5. Michael has made the preparations.
6. Is Tim cleaning the house?
7. Who built the Pyramids?
8. The boss is going to give us a pay rise.
9. I expect they will deliver my new car soon.
10. The police are questioning the suspects.
11. Did your next door neighbours see the thieves?
12. Paul remembers his teacher asking him to star in the school play.
13. A lot of children use computers nowadays.
14. Who smashed the kitchen window?
15. They won't have completed the work by the end of the month.
16. The children will post the letters.

17. People make wine from grapes.
18. Had Helen closed the windows before she left the house?
19. Jill hasn't done the housework yet.
20. They may not deliver the parcel today.

10. Put the verbs in brackets into the correct passive tense.

A: Do you still work at Browns and Co?

B: Yes, I do. I 1) ...*have been employed*... (employ) by Mr Brown for five years now, you know.

A: Oh. Do you still enjoy it?

B: Oh yes! I 2) ... (give) a promotion last year and I'm very happy.

A: A promotion? So, what is your job now?

B: I 3) ... (make) Head of European Sales.

A: So, what do you do?

B: Well, sometimes I 4) ... (send) to other countries on business.

A: I see. Do they pay you well?

B: Well, I 5) ... (pay) quite well and I expect I 6) ... (give) a pay rise soon.

A: Good for you!

Согласование времен (Sequence of Tenses)

Если в главном предложении сказуемое выражено глаголом в одной из форм прошедшего времени, то в придаточном предложении употребление времен ограничено. Правило, которому в этом случае подчиняется употребление времен в придаточном предложении, называется согласованием времен.

Правило 1: Если глагол главного предложения имеет форму настоящего или будущего времени, то глагол придаточного предложения будет иметь любую форму, которая требуется смыслом предложения. То есть никаких изменений не произойдет, согласование времен здесь в силу не вступает.

Правило 2: Если глагол главного предложения имеет форму прошедшего времени (обычно Past Simple), то глагол придаточного предложения должен быть в форме одного из прошедших времен. То есть в данном случае время придаточного предложения изменится. Все эти изменения отражены в нижеследующей таблице:

Переход из одного времени в другое	Примеры	
Present Simple » Past Simple	He can speak French – Он говорит по-французски.	Boris said that he could speak French – Борис сказал, что он говорит по-французски.
Present Continuous » Past Continuous	They are listening to him – Они слушают его	I thought they were listening to him – Я думал, они слушают его.
Present Perfect » Past Perfect	Our teacher has asked my parents to help him – Наш учитель попросил моих родителей помочь ему.	Mary told me that our teacher had asked my parents to help him – Мария сказала мне, что наш учитель попросил моих родителей помочь ему.
Past Simple » Past Perfect	I invited her – Я пригласил ее.	Peter didn't know that I had invited her – Петр не знал, что я пригласил ее.
Past Continuous » Past Perfect Continuous	She was crying – Она плакала	John said that she had been crying – Джон сказал, что она плакала.

Present Perfect Continuous » Past Perfect Continuous	It has been raining for an hour – Дождь идет уже час.	He said that it had been raining for an hour – Он сказал, что уже час шел дождь.
Future Simple » Future in the Past	She will show us the map – Она покажет нам карту.	I didn't expect she would show us the map – Я не ожидал, что она покажет нам карту.

Изменение обстоятельств времени и места при согласовании времен.

Следует запомнить, что при согласовании времен изменяются также некоторые слова (обстоятельства времени и места).

this » that
these » those
here » there
now » then
yesterday » the day before
today » that day
tomorrow » the next (following) day
last week (year) » the previous week (year)
ago » before
next week (year) » the following week (year)

Перевод прямой речи в косвенную в английском языке

Для того чтобы перевести прямую речь в косвенную, нужно сделать определенные действия. Итак, чтобы передать чьи-то слова в английском языке (то есть перевести прямую речь в косвенную), мы:

1. Убираем кавычки и ставим слово that

Например, у нас есть предложение:

She said, "I will buy a dress". Она сказала: «Я куплю платье».

Чтобы передать кому-то эти слова, так же как и в русском, мы убираем кавычки и ставим слово that – «что».

She said that Она сказала, что....

2. Меняем действующее лицо

В прямой речи обычно человек говорит от своего лица. Но в косвенной речи мы не можем говорить от лица этого человека. Поэтому мы меняем «я» на другое действующее лицо. Вернемся к нашему предложению:

She said, "I will buy a dress". Она сказала: «Я куплю платье».

Так как мы передаем слова девушки, вместо «я» ставим «она»:

She said that she Она сказала, что она....

3. Согласовываем время

В английском языке мы не можем использовать в одном предложении прошедшее время с настоящим или будущим. Поэтому, если мы говорим «сказал» (то есть используем прошедшее время), то следующую часть предложения нужно согласовать с этим прошедшем временем. Возьмем наше предложение:

She said, "I will buy a dress". Она сказала: «Я куплю платье».

Чтобы согласовать первую и вторую части предложения, меняем will на would. *см. таблицу выше.*

She said that she would buy a dress. Она сказала, что она купит платье.

4. Меняем некоторые слова

В некоторых случаях мы должны согласовать не только времена, но и отдельные слова. Что это за слова? Давайте рассмотрим небольшой пример.

She said, "I am driving now". Она сказала: «Я за рулем сейчас».

То есть она в данный момент за рулем. Однако, когда мы будем передавать ее слова, мы будем говорить не про данный момент (тот, когда мы говорим сейчас), а про момент времени в

прошлом (тот, когда она была за рулем). Поэтому мы меняем now (сейчас) на then (тогда) см. таблицу выше.

She said that she was driving then. Она сказала, что она была за рулем тогда.

Вопросы в косвенной речи в английском языке

Вопросы в косвенной речи, по сути, не являются вопросами, так как порядок слов в них такой же, как в утвердительном предложении. Мы не используем вспомогательные глаголы (do, does, did) в таких предложениях.

He asked, "Do you like this cafe?" Он спросил: «Тебе нравится это кафе?»

Чтобы задать вопрос в косвенной речи, мы убираем кавычки и ставим if, которые переводятся как «ли». Согласование времен происходит так же, как и в обычных предложениях. Наше предложение будет выглядеть так:

He asked if I liked that cafe. Он спросил, нравится ли мне то кафе.

Давайте рассмотрим еще один пример:

She said, "Will he call back?" Она сказала: «Он перезвонит?»

She said if he would call back. Она сказала, перезвонит ли он.

Специальные вопросы в косвенной речи

Специальные вопросы задаются со следующими вопросительными словами: what – что when – когда how – как why – почему where – где which – который

При переводе таких вопросов в косвенную речь мы оставляем прямой порядок слов (как в утвердительных предложениях), а на место if ставим вопросительное слово.

Например, у нас есть вопрос в прямой речи:

She said, "When will you come?" Она сказала: «Когда ты придешь?»

В косвенной речи такой вопрос будет выглядеть так:

She said when I would come. Она сказала, когда я приду.

He asked, "Where does she work?" Он спросил: «Где она работает?»

He asked where she worked. Он спросил, где она работает.

Выполните упражнения на закрепление материала:

1. Fill in the gaps with the correct pronoun or possessive adjective.

1. James said, 'My boss wants me to go to London tomorrow.'
James said ...his... boss wanted to go to London the following day.
2. Mary said, 'I'm waiting for my son to come out of school.'
Mary said that ... was waiting for ... son to come out of school.
3. George said, 'I've bought a new car for my mum.'
George said ... had bought a new car for ... mum.
4. Julie said to me, 'I need you to help me with the shopping.'
Julie told me that ... needed ... to help ... with the shopping.
5. John said, 'I'd like to take you out to dinner.'
John said ... 'd like to take ... out to dinner.
6. Helen said to Jane, 'I think your new haircut is lovely.'
Helen told Jane that ... thought ... new haircut was lovely.

2. Turn the following sentences into reported speech.

1. Robin said, 'These biscuits taste delicious.' ...
Robin said (that) the biscuits tasted delicious....
2. "I can't see you this afternoon because I've got a lot to do," Ann told me.
3. She came into the room holding some letters in her hand and said, 'I found these while I was tidying the desk drawers.'
4. Fiona said, 'That picture was painted by my great-grandfather.'
5. "Those were good times for my family," Jack said.

6. 'I received a parcel this morning, but I haven't opened it yet,' Tom said.
7. "You mustn't do that again,' Mum said to Bob.
8. "These shoes are worn out. You'd better throw them away,' Mum said to me.

3. Turn the following sentences into reported speech.

- 1 He said, 'I'm going to the station.'
- ...*He said (that) he was going to the station....*
- 2 Tina said, 'You should exercise regularly.'
- 3 They said, 'We had booked the room before we left.'
- 4 Tom said, 'This meal is delicious.'
- 5 'I've written you a letter,' she said to her friend.
- 6 'We've decided to spend our holidays in Jordan,' they told us.
- 7 Jill said, 'I'll go to the bank tomorrow.'
- 8 She said to him, 'We've been invited to a wedding.'
- 9 She told me, 'You must leave early tomorrow.'
- 10 They've gone out for the evening,' Jessie said to me.
- 11 They said, 'We may visit Joe tonight.'
- 12 She said, 'I can meet you on Tuesday.'
- 13 Keith said, 'There is a letter for you on the table.'
- 14 'We won't be visiting Tom this evening,' Sam told us.
- 15 Eric said, 'They had been talking on the phone for an hour before I interrupted them.'
- 16 'I haven't spoken to Mary since last week,' Gloria said.
- 17 They delivered the letters this morning,' she said.
- 18 He said, 'I'd like to buy this jumper.'
- 19 They aren't going on holiday this year,' he said.
- 20 Jane said, 'I haven't finished my homework yet.'
- 21 'I'm going to bed early tonight,' Caroline said.
- 22 'My mother is coming to visit us,' I said.
- 23 'We don't want to watch a film tonight,' the children said.
- 24 'He's playing in the garden now,' his mother said.
- 25 She said, 'You must do your homework now.'

4. Turn the sentences into reported speech. In which of the following sentences do the tenses not change? In which do they not have to be changed? Why?

- 1 The article says, 'The artist only uses oil paints.'
- ...*The article says (that) the artist only uses oil paints....*
- ... *The tenses do not change because the introductory verb is in the present simple....*
- 2 'They are working hard today,' he said.
- 3 'I've done the things you asked me to do,' Mary said.
- 4 'The sun rises in the east,' she said.
- 5 'He broke the window,' they said.
- 6 'We've never been on holiday abroad,' they said.
- 7 Mum says, 'Dinner is ready.'
- 8 'I'll start cooking at six o'clock,' she said.
- 9 'We went to the supermarket yesterday,' he said.
- 10 Mrs Jones says, 'My daughter is going to have a baby.'
- 11 'You're never going to get a job,' Dad always says.
- 12 'Fish live in water,' he said.
- 13 'We went to the beach last weekend,' they said.
- 14 'He showed me his photographs,' she said.
- 15 'I'm working on my project now,' Billy said.

5. Turn the following sentences into reported speech.

- 1 'Seaweed grows in the sea,' the teacher said to the students.
...*The teacher said to the students/told the students (that) seaweed grows/grew in the sea....*
- 2 'I saw Amanda at the cinema,' she said, (up-to-date reporting)
3 They don't live here any more,' he said to me. (out-of-date reporting)
4 'Canada is a large country,' he said.
5 The Statue of Liberty is in America,' she said to us
6 'I'll help you with your homework,' he said, (out-of-date reporting)
7 'I would go on holiday if I had enough money,' Bill said, (up-to-date reporting)
8 'If I'm free, I'll call you,' Tom said, (up-to-date reporting)
9 'You should make a decision,' he said to us.
10 'You can ask John for advice,' she said, (up-to-date reporting)

6. Turn the following into reported questions.

- 1 'Where do you live?' I asked her.
...*I asked her where she lived....*
- 2 'How old will you be on your next birthday?' he asked me.
3 'Where is your umbrella?' she asked her daughter.
4 'Do you like playing football?' John asked us.
5 The boss asked, 'What time are you going home today?'
6 'Will you take the children to school today?' he asked.
7 'Who called you today?' she asked.
8 'When will you decorate the kitchen?' Martha asked.
9 'Who broke my vase?' I asked.
10 Father asked, 'Will you help me lift these boxes, please?'
11 'Can you speak a foreign language?' she asked her.
12 'Where is the tourist information centre?' we asked.

7. Yesterday, Marion met a couple who were on holiday in London. They were looking at a map. She asked them some questions. Turn them into reported questions.

- 1 'Are you lost?'
...*Marion asked them if/whether they were lost....*
- 2 'Can you speak English?'
3 'Where are you from?'
4 'Is your hotel near here?'
5 'Where do you want to go?'
6 'Were you looking for Big Ben?'
7 'Have you been to the British Museum?'
8 'Have you visited Buckingham Palace?'
9 'Do you like London?'

8. Fill in the gaps with the introductory verbs in the list in the correct form.

order, tell, ask, beg, suggest

- 1 'Please visit me in hospital,' Joan said to Colin.
Joan ...*asked...* Colin to visit her in hospital.
- 2 'Let's eat out this evening,' Paul said to her.
Paul ... *eating out* that evening.
- 3 'Please, please be careful,' she said to him.
She ... *him* to be careful.
- 4 'Don't go near the fire,' Dad said to us.
Dad ... *us* not to go near the fire.
- 5 'Be quiet!' the commander said to the troops.

The commander ... the troops to be quiet

9. Turn the following sentences into reported speech.

1 'Let's try the exercise again.'

The ballet teacher suggested trying the exercise again.

2 'Lift your leg higher please, Rachel.'

3 'Turn your head a little more.'

4 'Don't lean back.'

10. Turn the following sentences into reported speech.

1 The doctor said to the patient, 'Come back to see me again next week.'

... *The doctor told the patient to go back and see him again the following week/the week after.*

2 The guard said to the driver, 'Stop!'

3 He said, 'Shall we go for a walk?'

4 She said to him, 'Please, please don't leave me!'

5 Jenny said to Dave, 'Please help me with this

6 She said to him, 'Open the window, please.'

7 Mother said, 'How about going for a drive?'

8 She said, 'Let's eat now.'

ТЕМА 4. Профессиональная сфера общения (Я и моя будущая специальность)

Тематика общения:

1. Избранное направление профессиональной деятельности.

4.1 Запомните слова и выражения, необходимые для освоения тем курса:

My speciality

The Earth's Crust and Useful Minerals

cause - *v* заставлять; вызывать; влиять; причинять; *n* причина, основание; дело; общее дело; *syn* **reason**
clay - *n* глина; глинозем
consolidate - *v* твердеть, затвердевать, уплотнять(ся); укреплять; *syn* **solidify**
crust - *n* кора; *геол.* земная кора
decay - *v* гнить, разлагаться; *n* выветривание (*пород*); распад, разложение
derive - *v* (from) происходить, вести свое происхождение (*от*); наследовать
destroy - *v* разрушать; уничтожать; **destructive** *a* разрушительный
dissolve *v* растворять
expose - *v* выходить (*на поверхность*); обнажаться; **exposure** - *n* обнажение
external - *a* внешний
extrusive - *a* эффузивный, излившийся (*о горной породе*)
force - *v* заставлять, принуждать; ускорять движение; *n* сила; усилие
glacier - *n* ледник, глетчер
grain - *n* зерно; **angular grains** - угловатые зерна (*минералов*); **grained** - *a* зернистый
gravel - *n* гравий, крупный песок
internal - *a* внутренний
intrusive - *a* интрузивный, плутонический
iron - *n* железо
layer - *n* пласт
like - *a* похожий, подобный; *syn* **similar**; *ant* **unlike**; *adv* подобно
lime - *n* известь; **limestone** - *n* известняк
loose - *a* несвязанный, свободный; рыхлый
make up - *v* составлять; *n* состав (*вещества*)
particle - *n* частица; включение
peat - *n* торф; торфяник
represent - *v* представлять собою; означать; быть представителем; **representative** - представитель; **representative** - *a* характерный, типичный
rock - *n* горная порода; **igneous** - изверженная порода; **sedimentary** - осадочная порода
sand - *n* песок
sandstone - *n* песчаник; **fine-grained (medium-grained, coarse-grained)** - мелкозернистый (среднезернистый, грубозернистый) песчаник
sediment - *n* отложение; осадочная порода; **sedimentary** - *a* осадочный; **sedimentation** - *n* образование осадочных пород
schist - *n* (*кристаллический*) сланец; **schistose** - *a* сланцеватый, слоистый
shale - *n* сланец, сланцевая глина, глинистый сланец; **clay** - глинистый сланец; **combustible** ..., **oil** ... - горючий сланец
siltstone - *n* алевроит
stratification - *n* напластование, залегание
stratify - *v* напластовываться; отлагаться пластами; **stratified** *a* пластовый; *syn* **layered, bedded**
substance - *n* вещество, материал; сущность
thickness - *n* толщина, мощность
value - *n* ценность; важность; величина; значение; **valuable** - *a* ценный (*о руде*)

vary - *v* изменять(ся); отличать(ся); *syn* **differ, change (from)**; **variable** - *a* переменный; непостоянный; **various** *a* различный; *syn* **different**

contain - *v* содержать (*в себе*), вмещать

crack - *n* трещина; щель; *v* давать трещину; трескаться, раскалываться

contract - *v* сжиматься; сокращаться

dust - *n* пыль

expand - *v* расширяться; увеличивать(ся) в объеме; **expansion** *n* расширение; *ant* **contract**

fissure - *n* трещина (*в породе, угле*); расщелина; щель

fracture - *n* трещина; излом; разрыв; *v* ломать(ся); раздроблять (*породу*)

freeze - *v* замерзать; замораживать; застывать

gradual - *a* постепенный; **gradually** *adv* постепенно

hard - *a* твердый, жесткий; *ant* **soft**; тяжелый (*о работе*); *adv* сильно, упорно; **hardly** *adv*

едва, с трудом

hole - *n* отверстие; скважина; шпур; шурф

influence - *n* влияние; *v* (**on, upon**) влиять (*не что-л.*)

lateral - *a* боковой

occur - *v* залегать; случаться; происходить; *syn* **take place, happen**; **occurrence** - *n* залегание; **mode of occurrence** - условия залегания

penetrate - *v* проникать (*внутрь*), проходить через (*что-л.*)

phenomenon - *n* явление; *pl* **phenomena**

pressure - *n* давление; **lateral pressure** боковое (*горизонтальное*) давление; **rock pressure** горное давление, давление породы

rate - *n* степень, темп; скорость, норма; производительность; сорт; *syn* **speed, velocity**

refer - *v* (to) ссылаться (*на что-л.*); относиться (*к периоду, классу*)

resist - *v* сопротивляться; противостоять; противодействовать; **resistance** - *n* сопротивление; **resistant** - *a* стойкий; прочный; сопротивляющийся

size - *n* размер; величина; класс (*угля*)

solution - *n* раствор; **soluble** - *a* растворимый; **solvent** - растворитель; *a* растворяющий

succession - *n* последовательность, непрерывный ряд; **in succession** последовательно

undergo (*underwent, undergone*) - *v* испытывать (*что-л.*), подвергаться (*чему-л.*)

uniform - *a* однородный; одинаковый

weathering - *n* выветривание; эрозия (*воздействию, влиянию и т.д.*)

to be subjected to подвергаться

Rocks of Earth's Crust

abyssal - *a* абиссальный, глубинный; **hypabissal** - *a* гипабиссальный

adjacent - *a* смежный, примыкающий

ash - *n* зола

belt - *n* пояс; лента; ремень

body - *n* тело, вещество; **solid (liquid, gaseous) bodies** твердые (жидкие, газообразные) вещества; породная масса; массив; месторождение; пласты

common - *a* обычный; общий; *syn* **general**; *ant* **uncommon**

cool - *v* охлаждать(ся); остывать; прохладный; *ant* **heat** нагревать(ся)

dimension - *n* измерение; *pl* размеры; величина; *syn* **measurement, size**

dust - *n* пыль

dyke - *n* дайка

extrusion - *n* вытеснение; выталкивание; *ant* **intrusion** вторжение; *геол.* интрузия (*внедрение в породу изверженной массы*)

fine - *a* тонкий, мелкий; мелкозернистый; высококачественный; тонкий; прекрасный, ясный (*о погоде*); изящный; **fine-graded (fine-grained)** мелкозернистый, тонкозернистый; **finer** - *n pl* мелочь; мелкий уголь

flow - *v* течь; литься; *n* течение; поток; **flow of lava** поток лавы

fragmentary - *a* обломочный, пластический

glass - *n* стекло; **glassy** - *a* гладкий, зеркальный; стеклянный

gold - *n* золото

inclined - *a* наклонный

mica - *n* слюда

permit - *v* позволять, разрешать; *syn* **allow, let; make possible**

probably - *adv* вероятно; *syn* **perhaps, maybe**

shallow - *a* мелкий; поверхностный; *ant* **deep** глубокий

sill - *n* sill, пластовая интрузия

stock - *n* штوك, небольшой батолит

vein - *n* жила, прожилок, пропласток

band - *n* слой; полоса; прослойка (*породы*); *syn* **layer**

cleave - *v* расщепляться; трескаться, отделяться по кливажу; **cleavage** *n* кливаж

constituent - *n* составная часть, компонент

define - *v* определять, давать определение

distribute - *v* (**among**) распределять (между); раздавать;

disturb - *v* нарушать; смещать

excess - *n* избыток, излишек; *ant* **deficiency**

flaky - *a* слоистый; похожий на хлопья

fluid - *n* жидкость; жидкая или газообразная среда

foliate - *v* расщепляться на тонкие слои; **foliated** - *a* листоватый, тонкослоистый; *syn* **flaky**

marble - *n* мрамор

mention - *v* упоминать, ссылаться; *n* упоминание

plate - *n* пластина; полоса (*металла*)

pressure - *n* давление; **rock pressure (underground pressure)** горное давление, давление

горных пород

relate - *v* относиться; иметь отношение; **related** *a* родственный; **relation** - *n* отношение;

relationship - *n* родство; свойство; **relative** - *a* относительный; соответственный

run (ran, run) - *v* бегать, двигаться; течь; работать (о *машине*); тянуться, простираться;

управлять (*машинной*); вести (*дело, предприятие*)

schistose - *a* сланцеватый; слоистый

sheet - *n* полоса

slate - *n* сланец; *syn* **shale**

split (split) - *v* раскалываться, расщепляться, трескаться; *syn* **cleave**

trace - *n* след; **tracing** - *n* прослеживание

at least по крайней мере

to give an opportunity (of) давать возможность (*кому-л., чему-л.*)

in such a way таким образом

Fossil Fuels

accumulate - *v* накапливать; скопляться

ancient - *a* древний, старинный; *ant* **modern**

associate - *v* связывать, соединять, ассоциироваться; *syn* **connect, link**

burn (burnt) - *v* сжигать; гореть; жечь

charcoal - *n* древесный уголь

convenient - *a* удобный, подходящий

crude - *a* сырой, неочищенный

dig (dug) - *v* добывать; копать; **digger** - *n* угольный экскаватор; землеройная машина

divide - *v* делить; (from) отделять; разделять

evidence - *n* доказательство; очевидность; признак(и)

fossil - *a* окаменелый, ископаемый; *n* ископаемое (*органического происхождения*);

окаменелость

heat - *v* нагревать; *n* теплота

liquid - *a* жидкий; *n* жидкость; *ant* **solid**
manufacture - *v* изготавливать, производить; *syn* **produce**
mudstone - *n* аргиллит
purpose - *n* цель; намерение; *syn* **aim, goal**
shale - *n* глинистый сланец
the former ... the latter - первый (*из вышеупомянутых*) последний (*из двух названных*)
bench - *n* слой, пачка (*пласта*)
blend - *v* смешивать(ся); вклинивать(ся)
combustion - *n* горение, сгорание; **spontaneous combustion** самовоспламенение, самовозгорание
continuity - *n* непрерывность, неразрывность
domestic - *a* внутренний; отечественный
estimate - *v* оценивать; *n* оценка; смета
fault - *n* разлом, сдвиг (*породы*); сброс; **faulting** *n* образование разрывов или сбросов
fold - *n* изгиб, складка, флексура; **folding** - *n* складчатость, смещение (*пласта*) без разрыва
inflare - *v* воспламеняться; загорать(ся); **inflammable** - *a* воспламеняющийся, горючий, огнеопасный; **flame** - *n* пламя
intermediate - *a* промежуточный; вспомогательный
liable - *a* (to) подверженный; подлежащий (*чему-л.*)
luster - *n* блеск (*угля, металла*); **lustrous** - *a* блестящий
matter - *n* вещество; материя
moisture - *n* влажность, сырость; влага
parting - *n* прослоек
plane - *n* плоскость; **bedding plane** плоскость напластования
rank - *n* класс, тип; **coal rank** группа угля, тип угля
regular - *a* правильный; непрерывный; *ant* **irregular** неправильный; неравномерный;
regularity *n* непрерывность; правильность
similar - *a* похожий, сходный; подобный; *syn* **alike, the same as**
smelt - *v* плавить (*руды*); выплавлять (*металл*)
store - *v* запасать, хранить на складе; вмещать
strata - *n pl* от **stratum** пласты породы; свита (*пластов*); формация, напластования породы; *syn* **measures**
thickness - *n* мощность (*пласта, жилы*)
uniform - *a* однородный; равномерный; **uniformity** *n* однородность; единообразие
utilize - *v* использовать; *syn* **use, apply, employ**
volatile - *a* летучий, быстро испаряющийся

Prospecting and Exploration

aerial - *a* воздушный; надземный
certain - *a* определенный; некоторый; **certainly** *adv* конечно
cost - (cost) *v* стоить; *n* цена; стоимость
crop - *v* (out) обнажать(ся), выходить на поверхность (*о пласте, породе*); *syn* **expose**; засеивать, собирать урожай
dredging - *n* выемка грунта; драгирование
drill - *v* бурить, сверлить; *n* бурение, сверление; бурильный молоток; **drilling** - *n* бурение, сверление; **core-drilling** колонковое (керновое) бурение
drive (drore, driven) - *v* проходить (*горизонтальную выработку*); приводить в движение; управлять (*машиной*); *n* горизонтальная выработка; привод; передача
evidence - *n* основание; признак(и); свидетельства
expect - *v* ожидать; рассчитывать; думать; предлагать

explore - *v* разведывать месторождение полезного ископаемого с попутной добычей;
exploratory - *a* разведочный; **exploration** - *n* детальная разведка; разведочные горные работы по месторождению

galena - *n* галенит, свинцовый блеск

indicate - *v* указывать, показывать; служить признаком; означать

lead - *n* свинец

look for - *v* искать

open up - *v* вскрывать (*месторождение*); нарезать (*новую лаву, забой*); **opening** - *n* горная выработка; подготовительная выработка; вскрытие месторождения

panning - *n* промывка (*золотоносного песка в лотке*)

processing - *n* обработка; - **industry** обрабатывающая промышленность

prove - *v* разведывать (*характер месторождения или залегания*); доказывать; испытывать, пробовать; **proved** - *a* разведанный, достоверный; **proving** - *n* опробование, предварительная разведка

search - *v* исследовать; (*for*) искать (*месторождение*); *n* поиск; *syn* **prospecting**

sign - *n* знак, символ; признак, примета

store - *v* хранить, накапливать (*о запасах*)

work - *v* работать; вынимать, извлекать (*уголь, руду*); вырабатывать; **workable** - *a* подходящий для работы, пригодный для разработки, рабочий (*о пласте*); рентабельный; **working** - *n* разработка, горная выработка

adit - *n* горизонтальная подземная выработка, штольня

angle - *n* угол

approximate - *a* приблизительный

bit - *n* режущий инструмент; буровая коронка, коронка для алмазного бурения; головка бура, сверло; **carbide bit** армированная коронка, армированный бур; **diamond bit** - алмазная буровая коронка

borehole - *n* скважина, буровая скважина

crosscut - *n* квершлаг

dip - *n* падение (*залежи*); уклон, откос; *v* падать

enable - *v* давать возможность или право (*что-л. сделать*)

exploit - *v* разрабатывать (*месторождение*); эксплуатировать; **exploitation** - *n* разработка; эксплуатация

measure - *n* мера; мерка; критерий; степень; *pl* свита, пласты; *v* измерять

overburden - *n* покрывающие породы, перекрывающие породы; верхние отложения, наносы; вскрыша

pit - *n* шахта; карьер, разрез; шурф

reliable - *a* надежный; достоверный

rig - *n* буровой станок, буровая вышка; буровая каретка; буровое оборудование

sample - *n* образец; проба; *v* отбирать образцы; опробовать, испытывать

section - *n* участок, секция, отделение, отрезок, разрез, профиль, поперечное сечение;

geological ~ геологический разрез (*пород*)

sequence - *n* последовательность; порядок следования; ряд

sink (sank, sunk) - *v* проходить (*шахтный ствол, вертикальную выработку*); углублять; погружать; опускать; **sinking** - *n* проходка (*вертикальных или наклонных выработок*); **shaft sinking** - проходка ствола

slope - *n* наклон; склон; бремсберг; уклон; *v* клониться, иметь наклон; **sloping** - *a* наклонный; **gently sloping** - с небольшим наклоном

steep - *a* крутой, крутопадающий, наклонный

strike - *n* зд. простирание; *v* простираться; **across the strike** - вкрест простирания; **along (on) the strike** по простиранию

trench - *n* траншея, канава; котлован; *v* копать, рыть, шурфовать

to make use (of) использовать, применять

to take into consideration принимать во внимание; **syn take into account**

General Information on Mining

access - *n* доступ

affect - *v* воздействовать (*на что-л.*); влиять; **syn influence**

barren - *a* непродуктивный; пустой (*о породе*)

chute - *n* скат, спуск; углеспускная выработка; жёлоб

compare - *v* (with) сравнивать, проводить параллель

contribute - *v* способствовать, содействовать; делать вклад (*в науку*); **make a (one's) ~ to**

smth. сделать вклад во что-л.

cross-section - *n* поперечное сечение, поперечный разрез, профиль

develop - *v* разрабатывать (*месторождение*); развивать (*добычу*); производить подготовительные работы; **development** - *n* подготовительные работы; развитие добычи; развитие

drift - *n* штрек, горизонтальная выработка

ensure - *v* обеспечивать, гарантировать; **syn guarantee**

face - *n* забой; лава

floor - *n* почва горной выработки, почва пласта (жила); **quarry** ~ подошва карьера; пол, настил

govern - *v* править, управлять; руководить; определять, обуславливать

inclination - *n* уклон, скат, наклон (*пластов*); наклонение; **seam** ~ падение (*пласта*); наклон (*пласта*)

incline - *n* уклон, бремсберг, скат; наклонный ствол; **gravity** ~ бремсберг

inclined - *a* наклонный; **flatly** ~ слабо наклонный; **gently** ~ наклонного падения; **medium** ~ умеренно наклонный (*о пластах*); **steeply** ~ крутопадающий

level - *n* этаж, горизонт, горизонтальная горная выработка; штольня; уровень (*инструмент*); нивелир; ватерпас; горизонтальная поверхность

recover - *v* извлекать (*целики*); выбирать, очищать; добывать (*уголь и т.п.*); восстанавливать

remove - *v* удалять; убирать; устранять; перемещать; **removal** - *n* вскрыша; выемка; уборка (*породы*); извлечение (*крепей*); перемещение; **overburden** - удаление вскрыши

rib - *n* ребро; выступ; узкий целик, предохранительный целик; грудь забоя

roof - *n* крыша; кровля выработки; кровля пласта (*или жилы*); перекрытие; ~ **support** - крепление кровли

shaft - *n* шахтный ствол; **auxiliary** ~ вспомогательный ствол; **hoisting** ~ подъемный ствол; главный шахтный ствол

tabular - *a* пластовый (*о месторождении*); пластообразный; плоский; линзообразный; **syn bedded, layered**

waste - *n* пустая порода; отходы; **syn barren rock**

well - *n* буровая скважина; колодец, источник; водоем; зумф

capital investment - капитальные вложения

gate road - промежуточный штрек

in bulk - навалом, в виде крупных кусков

metal-bearing - содержащий металл

production face/working - очистной забой

productive mining - эксплуатационные работы

in view of - ввиду чего-л., принимая во внимание что-л.

with a view to - с целью

advantage - *n* преимущество; превосходство; выгода; польза; **advantageous** - *a* выгодный; благоприятный, полезный; **to take advantage of smth** воспользоваться чем-л.

caving - *n* обрушение (*кровли*); разработка с обрушением

deliver - *v* доставлять, подавать; питать; нагнетать; произносить (*речь*); читать (*лекцию*)

entry - *n* штрек; выработка горизонтальная; *pl* подготовительные выработки; нарезные выработки; штреки

giant - *n* гидромонитор

gravity - *n* сила тяжести; вес, тяжесть; **by** ~ самотеком, под действием собственного веса

haul - *v* доставлять; откатывать; подкатывать; перевозить; **haulage** - *n* откатка; доставка; транспортировка (*по горизонтали*)

longwall - *n* лава; выемка лавами; сплошной забой, сплошная или столбовая система разработки; *syn* **continuous mining**; ~ **advancing on the strike** выемка лавами прямым ходом по простиранию; сплошная система разработки по простиранию; ~ **advancing to the rise** сплошная система разработки с выемкой по восстанию; ~ **to the dip** сплошная система разработки с выемкой по падению; ~ **retreating** выемка лавами обратным ходом; столбовая система разработки лавами

lose (lost) - *v* терять; **loss** - *n* потеря, убыток

pillar - *n* целик; столб; **shaft** ~ околоствольный целик; ~ **method** столбовая система разработки; ~ **mining** выемка целиков

predominate - *v* преобладать, превалировать; превосходить; господствовать, доминировать

protect - *v* охранять, защищать

reach - *v* простираться, доходить до; добиваться, достигать

satisfy - *v* удовлетворять(ся)

shield - *n* щит; ~ **method** щитовой метод проходки, щитовой способ

room - *n* камера; очистная камера; **room-and-pillar method** камерно-столбовая система разработки

stowing - *n* закладка (*выработанного пространства*)

method of working система разработки

the sequence of working the seams - последовательность отработки пластов

goaf — завал; обрушенное пространство

double-ended drum bearer — комбайн с двойным барабаном

to identify — опознавать

appraisal — оценка

susceptibility — чувствительность

concealed — скрытый, не выходящий на поверхность

crusher — дробилка

concentration — обогащение

blending — смешивание; составление шихты

screen — сортировать (обыден. уголь); просеивать

froth floatation — пенная флотация

core drilling — колонковое бурение

to delineate — обрисовывать, описывать

lender — заимодавец

feasibility — возможность

in situ mining — повторная разработка месторождения в массиве

screening — просеивание; грохочение

processing — обработка, разделение минералов

Mining and Environment

break *v* (**broke, broken**) отбивать (*уголь или породу*), обрушивать кровлю; разбивать; ломать; *л* отбойка, обрушение; **break out** отбивать, производить выемку

(*руды или породы*); расширять забой; **breakage** *л* разрыхление, дробление

drill - *n* бур; перфоратор; бурильный молоток; сверло; *v* бурить; *car* ~ буровая тележка;

mounted ~ перфоратор на колонке; колонковый бурильный молоток; **drilling** - *n* бурение

dump - *n* отвал (*породы*); склад угля; опрокид; **external** ~ внешний отвал; **internal** ~ внутренний отвал; *v* сваливать (*в отвал*); разгружать; отваливать; опрокидывать (*вагонетку*);

dumper опрокид; самосвал; отвалообразователь; **dumping** л опрокидывание; опорожнение; опрокид; *syn* **tip**

environment - *n* окружение; окружающая обстановка/среда

explode - *v* взрывать, подрывать; **explosion** - *n* взрыв; **explosive** - *n* взрывчатое вещество; *a* взрывчатый

friable - *a* рыхлый; хрупкий; рассыпчатый; слабый (о *кровле*)

handle - *v* перегружать; доставлять; транспортировать; управлять машиной; *n* ручка; рукоять; скоба; **handling** - *n* подача; погрузка; перекидка, доставка; транспортировка; обращение с машиной

heap - *v* наваливать; нагребать; *n* породный отвал, терриконт; *syn* **spoil** ~, **waste** ~

hydraulic - *n* гидродобыча; гидромеханизированная разработка

load - *v* нагружать, грузить, наваливать; *n* груз; нагрузка; **loader** - *n* погрузочная машина, навалочная машина, перегружатель; грузчик; **cutter-loader** - комбайн, комбинированная горная машина

lorry - *n* грузовик; платформа; *syn* **truck**

mention - *v* упоминать

overcasting - *n* перелопачивание (*породы*)

pump - *n* насос; **gravel** ~ песковый насос; **sludge** ~ шламовый насос; *v* качать; накачивать; откачивать

reclamation - *n* восстановление; осушение; извлечение крепи; ~ **of land** восстановление участка (*после открытых работ*)

sidecasting - *n* внешнее отвалообразование

site - *n* участок, место; **building** ~ строительная площадка

slice - *n* слой; **slicing** - *n* выемка слоями, разработка слоями

strip - *v* производить вскрышные работы; разрабатывать; очищать (*лаву*); вынимать породу или руду; *n* полоса; **stripper** - *n* забойщик; вскрышной экскаватор; **stripping** - *n* открытая разработка, открытые горные работы; вскрыша; вскрытие наносов

unit - *n* агрегат; установка; устройство; прибор; узел; секция; деталь; машина; механизм; единица измерения; участок

washery - *n* углемойка; рудомойка; моечный цех

to attract smb's attention привлекать чье-л. внимание

backhoe - *n* обратная лопата

blast - *n* взрыв; *v* взрывать; дуть; продувать; **blasting** - *n* взрывание; взрывные работы; взрывная отбойка

block out - *v* нарезать залежь на блоки; нарезать столбы

clearing - *n* выравнивание почвы; планировка грунта

crash - *v* дробить; разрушать; обрушаться

earth-mover - *n* землеройное оборудование; *syn* **excavator**

excavator - *n* экскаватор; **bucket-wheel** - роторный экскаватор; **multi-bucket** ~ многочерпаковый экскаватор; **single-bucket** - одночерпаковый экскаватор

grab - *n* грейфер, ковш, черпак; экскаватор; *v* захватывать;

grabbing - погрузка грейфером; захватывание

hoist - *n* подъемная установка (машина); подъемник; лебедка; *v* поднимать; **hoisting** шахтный подъем

plough - *n* струг

power shovel - *n* механическая лопата; экскаватор типа механической лопаты

range - *n* колебание в определенных пределах

rate - *n* норма; скорость, темп; коэффициент; степень; разрез; сорт; мощность; расход (*воды*)

remote - *a* отдаленный; ~ **control** дистанционное управление

result - *v* (in) приводить (к); иметь своим результатом; (from) следовать (из), происходить в результате

safety - *n* безопасность; техника безопасности

slope - *n* забой, сплошной забой, очистной забой; *v* очищать забой, вынимать породу, уголь; *syn* **face**; **sloping** очистные работы; очистная выемка; **open sloping** выемка с открытым забоем; **shrinkage sloping** выемка системой с магазинированием (*руды*)

support - *v* крепить; поддерживать; подпирать; *n* стойка; опора; поддержание; крепление; *syn* **timbering**; **powered roof** - механизированная крепь; **self-advancing powered roof** - передвижная механизированная крепь

4.2 Подготовьте устный рассказ по теме на основе предложенного:

My speciality is Geology

I am a first year student of the Ural State Mining University. I study at the geological faculty. The geological faculty trains geologic engineers in three specialities: mineral prospecting and exploration, hydrogeology and engineering geology, drilling technology.

Geology is the science which deals with the lithosphere of our planet. Geology studies the composition of the Earth's crust, its history, the origin of rocks, their distribution and many other problems.

That is why the science of geology is commonly divided into several branches, such as:

1. General Geology which deals with the composition and the structure of the Earth and with various geological processes going on below the Earth's surface and on its surface.
2. Petrology which studies the rocks of the Earth.
3. Mineralogy which investigates the natural chemical compounds of the lithosphere.
4. Paleontology which deals with fossil remains of ancient animals and plants found in rocks.
5. Historic Geology which treats of the Earth's history.
6. Structural Geology which deals with the arrangement of rocks due to the Earth's movements.
7. Economic Geology which deals with occurrence, origin and distribution of mineral deposits valuable to man.

All these branches of geology are closely related to each other.

Geology is of great practical importance because it supplies industry with all kinds of raw materials, such as ore, coal, oil, building materials, etc.

Geology deals with the vital problem of water supply. Besides, many engineering projects, such as tunnels, canals, dams, irrigation systems, bridges etc. need geological knowledge in choosing construction sites and materials.

The practical importance of geology has greatly increased nowadays. It is necessary to provide a rapid growth of prospecting mineral deposits, such as ores of iron, copper, lead, uranium and others, as well as water and fossil fuels (oil, gas and coal). They are badly needed for further development of all the branches of the national Economy of our country and for creating a powerful economic foundation of the society. The graduates of the geological faculty of the Ural State Mining University work all over the country in mines, geological teams and expeditions of the Urals, Siberia, Kazakhstan, in the North and Far East, etc. as well as abroad.

Very often geologists have to work under hard climatic and geological conditions. They must be courageous, strong and purposeful people, ready to overcome any hardships which nature has put in their way to its underground treasure-house.

4.3 Систематизация грамматического материала:

1. Неличные формы глагола: инфинитив, причастия, герундий.
2. Основные сведения о сослагательном наклонении.

Инфинитив. The Infinitive

Инфинитив - это неличная глагольная форма, которая только называет действие и выполняет функции как глагола, так и существительного. Инфинитив отвечает на вопрос что делать?, что сделать?

Формальным признаком инфинитива является частица **to**, которая стоит перед ним, хотя в некоторых случаях она опускается. Отрицательная форма инфинитива образуется при помощи частицы **not**, которая ставится перед ним: *It was difficult not to speak. Было трудно не говорить.*

Формы инфинитива

	Active Voice	Passive Voice
Simple	to write	to be written
Continuous	to be writing	
Perfect	to have written	to have been written
Perfect Continuous	to have been writing	

Глаголы, после которых используется инфинитив:

to agree - соглашаться
to arrange - договариваться
to ask – (по)просить
to begin – начинать
to continue – продолжать
to decide – решать
to demand - требовать
to desire – желать
to expect – надеяться
to fail – не суметь
to forget – забывать
to hate - ненавидеть
to hesitate – не решаться
to hope - надеяться
to intend – намереваться
to like – любить, нравиться
to love – любить, желать
to manage - удаваться
to mean - намереваться
to prefer - предпочитать
to promise - обещать
to remember – помнить
to seem - казаться
to try – стараться, пытаться
to want – хотеть

Например:

He asked to change the ticket. *Он попросил поменять билет.*

She began to talk. *Она начала говорить.*

Значение разных форм инфинитива в таблице

Формы инфинитива	Чему я рад?	
Simple	I am glad to speak to you.	Рад поговорить с вами. (Всегда радуюсь, когда говорю с вами).
Continuous	I am glad to be speaking to you.	Рад, что сейчас разговариваю с вами.
Perfect	I am glad to have spoken to you.	Рад, что поговорил с вами.
Perfect Continuous	I am glad to have been speaking to you.	Рад, что уже давно (все это время) разговариваю с вами.
Simple Passive	I am (always) glad to be told the news.	Всегда рад, когда мне рассказывают новости.

Perfect Passive	I am glad to have been told the news.	Рад, что мне рассказали новости.
-----------------	--	----------------------------------

Причастие. Participle

В английском языке причастие — это неличная форма глагола, которая сочетает в себе признаки глагола, прилагательного и наречия.

Формы причастия

		Active (Активный залог)	Passive (Пассивный залог)
Participle I (Present Participle)	Simple	writing	being written
	Perfect	having written	having been written
Participle II (Past Participle)		written	

Отрицательные формы причастия образуются с помощью частицы **not**, которая ставится перед причастием: not asking — не спрашивая, not broken — не разбитый.

Как переводить разные формы причастия на русский язык

Формы причастия	причастием	деепричастием
reading	читающий	читая
having read		прочитав
being read	читаемый	будучи читаемым
having been read		будучи прочитанным
read	прочитанный	
building	строящий	строая
having built		построив
being built	строящийся	будучи строящимся
having been built		будучи построенным
built	построенный	

Герундий. Gerund

Герундий — это неличная форма глагола, которая выражает название действия и сочетает в себе признаки глагола и существительного. Соответственно, на русский язык герундий обычно переводится существительным или глаголом (чаще неопределенной формой глагола). Формы, подобной английскому герундию, в русском языке нет.

My favourite occupation is reading. *Мое любимое занятие — чтение.*

Формы герундия

	Active (Активный залог)	Passive (Пассивный залог)
Simple	writing	being written
Perfect	having written	having been written

Запомните глаголы, после которых употребляется только герундий!

admit (признавать),	advise (советовать),	avoid (избегать),
burst out (разразиться),	delay (задерживать),	deny (отрицать),
dislike (не нравиться),	enjoy (получать удовольствие),	escape (вырваться, избавиться),
finish (закончить),	forgive (прощать),	give up (отказываться, бросать),
keep on (продолжать),	mention (упоминать),	mind (возражать - только в “?” и “-“),
miss (скучать),	put off (отложить),	postpone (откладывать),
recommend (рекомендовать),	suggest (предлагать),	understand (понимать).

Герундий после глаголов с предлогами

accuse of (обвинять в),	agree to (соглашаться с),	blame for (винить за),
complain of (жаловаться на),	consist in (заключаться в),	count on / upon (рассчитывать на),
congratulate on (поздравлять с),	depend on (зависеть от),	dream of (мечтать о),
feel like (хотеть, собираться),	hear of (слышать о),	insist on (настаивать на),

keep from (удерживать(ся) от), look forward to (с нетерпением ждать, предвкушать),
 look like (выглядеть как), object to (возражать против),
 persist in (упорно продолжать), praise for (хвалить за), prevent from (предотвращать от),
 rely on (полагаться на), result in (приводить к), speak of, succeed in (преуспевать в),
 suspect of (подозревать в), thank for (благодарить за), think of (думать о)
 He has always dreamt of visiting other countries. — *Он всегда мечтал о том, чтобы побывать в других странах.*

to be + прилагательное / причастие + герундий

be afraid of (бояться чего-либо), be ashamed of (стыдиться чего-либо),
 be engaged in (быть занятым чем-либо), be fond of (любить что-либо, увлекаться чем-либо),
 be good at (быть способным к), be interested in (интересоваться чем-либо),
 be pleased at (быть довольным), be proud of (гордиться чем-либо),
 be responsible for (быть ответственным за), be sorry for (сожалеть о чем-либо),
 be surprised at (удивляться чему-либо), be tired of (уставать от чего-либо),
 be used to (привыкать к).
 I'm tired of waiting. — *Я устал ждать.*

Выполните упражнения на закрепление материала:

1. Complete the sentences with the correct infinitive tense.

- 1 She has grown taller. She seems ...*to have grown taller*.
- 2 He is getting used to his new job. He appears
- 3 Kate makes friends easily. She tends
- 4 He has finished the report. He claims
- 5 It is raining over there. It seems
- 6 He is on a diet. He appears
- 7 They have sailed round the world. They claim
- 8 She is feeling better. She seems

2. Fill in the correct infinitive tense.

- 1 A: What would you like ...*to do...* (do) tonight?
B: Let's ... (go) to an Italian restaurant.
- 2 A: What's Liz doing?
B: She seems ... (look) for something in her bag.
- 3 A: Alan has been offered a new job!
B: No, he hasn't. He just pretended ... (offer) a new job.
- 4 A: Colin claims ... (meet) lots of famous people.
B: I know, but I don't believe him.
- 5 A: Look at those two men outside. What are they doing?
B: They appear ... (empty) the rubbish bins.
- 6 A: Would you like to go to the cinema tonight?
B: Not really. I would prefer ... (go) to the theatre.
- 7 A: Tara seems ... (work) hard all morning.
B: Yes, she hasn't even stopped for a cup of coffee.
- 8 A: Why is Tom at work so early this morning?
B: He wants ... (finish) early so that he can go to the concert tonight.

3. Rephrase the following sentences, as in the example.

- 1 He must wash the car. I want ...*him to wash the car...*
- 2 You mustn't be late for work. I don't want ...
- 3 Claire must tidy her bedroom. I want ...

- 4 She mustn't go to the disco. I don't want ...
 5 They must go to school tomorrow. I want ...
 6 Gary mustn't make so much noise. I don't want ...
 7 You mustn't make a mess. I don't want ...
 8 He must mend his bike. I want ...

4. Complete the sentences with *too* or *enough* and the adjective in brackets.

- 1 A: Would you like to come to the disco?
 B: Oh no. I'm *...too tired...* to go to a disco, (tired)
 2 A: Can you reach that top shelf?
 B: No, I'm not *...* to reach it. (tall)
 3 A: Did they go on a picnic yesterday?
 B: No. It was *...* to go on a picnic, (cold)
 4 A: Did Jane enjoy the horror film?
 B: No. She was *...* to enjoy it. (scared)
 5 A: Does Tom go to school?
 B: No. He isn't *...* to go to school yet. (old)
 6 A: Will you go to London by bus?
 B: No. The bus is *...* . I'll take the train, (slow)
 7 A: Did she like the dress you bought?
 B: Yes, but it was *...* .(big)
 8 A: Take a photograph of me!
 B: I can't. It isn't *...* in here, (bright)

5. Rewrite the sentences using *too*.

- 1 This music is so slow that I can't dance to it.
...This music, is too slow for me to dance to...
 2 The bird is so weak that it can't fly.
 3 She's so busy that she can't come out with us.
 4 The car was so expensive that he couldn't buy it.
 5 These shoes are so small that they don't fit me.
 6 The book is so boring that she can't read it.
 7 I was so tired that I couldn't keep my eyes open.
 8 The coffee was so strong that he couldn't drink it.

6. Underline the correct preposition and fill in the gaps with the -ing form of the verb in brackets.

- 1 He is ill. He is complaining **with/about** *...having...* (have) a headache.
 2 Marcus went out instead **for/of** *...* (do) his homework.
 3 Tracy was very excited **with/about** *...* (go) to the party.
 4 I hope you have a good excuse **of/for** *...* (be) so late.
 5 Sam is interested **in/for** *...* (take up) French lessons.
 6 You can't stop him **to/from** *...* (take) the job if he wants to.
 7 Susie ran because she was worried **about/of** *...* (miss) the bus.
 8 Thank you **to/for** *...* (help) me with my homework.
 9 She felt tired because she wasn't used **to/with** *...* (work) so hard.
 10 His boss blamed him **for/of** *...* (lose) the deal.
 11 I am in charge **in/of** *...* (make) the Christmas deliveries.
 12 We are thinking **of/from** *...* (buy) a new car next month.
 13 Sandra apologised **for/about** *...* (ruin) the performance.
 14 Ian was talking **with/about** *...* (open) a shop in York.

7. Put the verbs in brackets into the correct infinitive form or the -ing form.

- 1 It's no use ...*talking*... (talk) to Bob; he won't change his mind.
- 2 She will ... (return) the books next weekend.
- 3 It was good of you ... (help) me fix my bicycle.
- 4 The man suggested ... (call) the police in, to investigate.
- 5 I can't get used to ... (live) in such a hot country.
- 6 He admitted ... (rob) the bank.
- 7 You had better ... (hurry), or you'll be late for work.
- 8 They refused ... (give) me my money back.
- 9 She is too short ... (become) a fashion model.
- 10 My parents let me ... (stay) up late at weekends.
- 11 Our teacher makes us ... (do) homework every evening.
- 12 The kitchen windows need ... (clean).
- 13 They have begun ... (make) preparations for the party.
- 14 He advised her ... (speak) to her boss.
- 15 I dislike ... (go) to the theatre alone.
- 16 Mr. Roberts was seen ... (leave) his house at 12:15 last night.
- 17 My sister can't stand ... (watch) horror films. She gets terribly scared.
- 18 Can you imagine ... (spend) your holidays on the moon?
- 19 There's no point in ... (call) again. There's no one at home.
- 20 I don't allow people ... (smoke) in my house.
- 21 It was silly of you ... (forget) to lock the door.
- 22 He risks ... (lose) his wallet when he leaves it on his desk.

8. Put the verbs in brackets into the correct infinitive form or the -ing form.

- 1 A: Is Anne in the room?
B: Yes. I can see her ...*dancing*... (dance) with her husband over there.
- 2 A: Did you see the robber?
B: Yes. I saw him ... (get) into the car and drive away.
- 3 A: Is John here today?
B: Yes. I heard him ... (talk) on the phone as I walked past his office.
- 4 A: Colin is good at speaking in public, isn't he?
B: Yes. I heard him ... (make) a speech last month. It was excellent.
- 5 A: I walked past the sports centre today.
B: So did I, and I stopped for a moment to watch some boys ... (play) football.
- 6 A: Your hair looks great today.
B: Thanks. I watched the hairdresser ... (dry) it so I could learn how to do it myself.
- 7 A: That's a music school, isn't it?
B: That's right. I often hear the students ... (sing) as I walk past.
- 8 A: Did you stay until the end of the contest?
B: Yes. I listened to the chairman ... (announce) the results before I went home.
- 9 A: How do you know Tim is at home?
B: I saw him ... (cut) the grass as I was driving home.
- 10 A: How do you know that man stole the watch?
B: I saw him ... (put) it in his pocket and leave the shop without paying.

9. Put the verbs in brackets into the correct infinitive form or the -ing form.

- 1 I'll never forget ...*sailing*... (sail) down the Danube on that warm spring night last year.
- 2 Please don't forget ... (pay) the bill.
- 3 John said he remembers ... (buy) the newspaper, but now he can't find it.
- 4 Did you remember ... (post) my letters today?
- 5 Gloria regrets ... (shout) at her sister.
- 6 I regret ... (inform) you that we cannot give you your money back.

- 7 The students went on ... (write) for another hour.
 8 After cleaning the windows, he went on ... (wash) the car.
 9 We are sorry ... (announce) that the 7:15 train to Liverpool has been cancelled.
 10 I'm sorry for ... (miss) your birth day party; I'll make it up to you.
 11 She stopped ... (go) to the gym after she had got back into shape.
 12 They stopped ... (have) a rest before they continued their journey.
 13 They tried ... (open) the door, but it was stuck.
 14 You should try ... (make) your own clothes. It's much cheaper.
 15 I'm sorry. I didn't mean ... (break) your vase.
 16 Being a teacher means ... (correct) a lot of homework.
 17 I like ... (tidy) my room at week ends because I don't have time during the week.
 18 They like ... (play) in the sea on hot days.

10. Put the verbs in brackets into the correct infinitive form or the -ing form.

My neighbour, Mr. Mason, loves 1) ...*spending*... (spend) time in his garden. He would rather 2) ... (work) outside than stay indoors, even when it is snowing! Early in the morning, you can 3) ... (see) Mr. Mason 4) ... (eat) breakfast in his garden, and late at night he is there again, with a cup of cocoa in his hand. I'd like 5) ... (help) sometimes when there is lots of work to do, but Mr. Mason prefers 6) ... (do) everything himself. He doesn't mind 7) ... (get) cold and wet in the winter, and his wife says it's no use 8) ... (try) to make him wear a waterproof jacket because he hates 9) ... (wear) them! Mr. Mason says he will go on 10) ... (garden) until he is too old 11) ... (do) it!

Основные сведения о сослагательном наклонении

Conditionals are clauses introduced with *if*. There are three types of conditional clause: Type 1, Type 2 and Type 3. There is also another common type, Type 0.

Type 0 Conditionals: They are used to express something which is always true. We can use *when* (whenever) instead of *if*. *If/When the sun shines, snow melts.*

Type 1 Conditionals: They are used to express real or very probable situations in the present or future. *If he doesn't study hard, he won't pass his exam.*

Type 2 Conditionals: They are used to express imaginary situations which are contrary to facts in the present and, therefore, are unlikely to happen in the present or future. *Bob is daydreaming. If I won the lottery, I would buy an expensive car and I would go on holiday to a tropical island next summer.*

Type 3 Conditionals: They are used to express imaginary situations which are contrary to facts in the past. They are also used to express regrets or criticism. *John got up late, so he missed the bus. If John hadn't got up late, he wouldn't have missed the bus.*

	If-clause (hypothesis)	Main clause (result)	Use
Type 0 general truth	if + present simple	present simple	something which is always true
	If the temperature falls below 0 °C, water turns into ice.		
Type 1 real present	if + present simple, present continuous, present perfect or present perfect continuous	future/imperative can/may/might/must/should/ could + bare infinitive	real - likely to happen in the present or future
	If he doesn't pay the fine, he will go to prison. If you need help, come and see me. If you have finished your work, we can have a break. If you're ever in the area, you should come and visit us.		
Type 2 unreal present	if + past simple or past continuous	would/could/might + bare infinitive	imaginary situation contrary to facts in

			the present; also used to give advice
	If I had time, I would take up a sport. (but I don't have time - untrue in the present) If I were you, I would talk to my parents about it. (giving advice)		
Type 3 unreal past	if + past perfect or past perfect continuous	would/could/might + have + past participle	imaginary situation contrary to facts in the past; also used to express regrets or criticism
	If she had studied harder, she would have passed the test. If he hadn't been acting so foolishly, he wouldn't have been punished.		

Conditional clauses consist of two parts: the if -clause (hypothesis) and the main clause (result). When the if - clause comes before the main clause, the two clauses are separated with a comma. When the main clause comes before the if - clause, then no comma is necessary.

e.g. a) If I see Tim, I'll give him his book.

b) I'll give Tim his book if I see him.

We do not normally use will, would or should in an if - clause. However, we can use will or would after if to make a polite request or express insistence or uncertainty (usually with expressions such as / don't know, I doubt, I wonder, etc.).

We can use should after if to talk about something which is possible, but not very likely to happen.

e.g. a) If the weather is fine tomorrow, will go camping. (NOT: If the weather will be fine...)

b) If you will fill in this form, I'll process your application. (Will you please fill in... - polite request)

c) If you will not stop shouting, you'll have to leave. (If you insist on shouting... - insistence)

d) I don't know if he will pass his exams, (uncertainty)

e) If Tom should call, tell him I'll be late. (We do not think that Tom is very likely to call.)

We can use unless instead of if... not in the if -clause of Type 1 conditionals. The verb is always in the affirmative after unless.

e.g. Unless you leave now, you'll miss the bus. (If you don't leave now, you'll miss the bus.)
(NOT: Unless you don't leave now, ...)

We can use were instead of was for all persons in the if - clause of Type 2 conditionals.

e.g. If Rick was/were here, we could have a party.

We use If I were you ... when we want to give advice.

e.g. If I were you, I wouldn't complain about it.

The following expressions can be used instead of if: provided/providing that, as long as, suppose/supposing, etc.

e.g. a) You can see Mr. Carter provided you have an appointment. (If you have an appointment...)

b) We will all have dinner together providing Mary comes on time. (... if Mary comes ...)

c) Suppose/Supposing the boss came now, ...

We can omit if in the if - clause. When if is omitted, should (Type 1), were (Type 2), had (Type 3) and the subject are inverted.

e.g. a) Should Peter come, tell him to wait. (If Peter should come,...)

b) Were I you, I wouldn't trust him. (If I were you, ...)

c) Had he known, he would have called. (If he had known, ...)

Выполните упражнения на закрепление материала:

1. Look at the prompts and make Type 1 conditional sentences, as in the example.

e.g. If we cut down all the forests, the world's climate will change.

- 1 cut down/ all forests / world's climate / change
- 2 not stop/use / aerosols /destroy / ozone layer
- 3 find / alternative sources of energy / solve / some of our environmental problems
- 4 temperatures / go up / by a few degrees /sea levels / rise
- 5 recycle / waste / save / natural resources
- 6 population / continue to increase / not be enough food for everyone

2. Lisa is trying to decide where to go on holiday. She would like to go to one of these places. In pairs, ask and answer questions using the prompts below, as in the example.

A) SPAIN FOR A WEEK

£180 Inclusive!!

2-star hotel beach

Free water sports

B) A TWO WEEK CAMPING HOLIDAY IN THE SOUTH OF FRANCE

ONLY £280 per person

Self-catering

1. How long / be away / choose / Spain?

SA: How long will she be away if she chooses Spain?

SB: If she chooses Spain, she'll be away for a week.

2. Where / go / like / camping?

3. How much / pay / go to / France?

4. What / do / go to / Spain?

5. Where / go / want / cheap holiday?

3. Study the situations, then make Type 2 conditional sentences, as in the example.

I don't have a car, so I have to wait for the bus every day.

1. If I ...had... (have) a car, I ...wouldn't have to... (not/have to) wait for the bus every day.

I never do my homework, so my teacher always gets angry with me.

2. If I ... (do) my homework, my teacher ... (not/get) angry with me.

I live in a small house, so I can't invite friends over.

3. If I ... (live) in a bigger house, I ... (be able to) invite friends over.

I never get up early, so I y am always late for school.

4. If I ... (get up) earlier, I ... (not/be) late for school.

4. Complete the sentences to make Type 3 conditional sentences, as in the example.

1. If he ...hadn't noticed... (not/notice) the mould in one of his glass dishes, Alexander Fleming ...would never have discovered... (never/discover) penicillin.

2. If he ... (sell) some of his paintings, Van Gogh ... (get) some recognition during his lifetime.

3. If Barbara Streisand ... (change) the shape of her nose, her career ... (never/be) the same.

4. If Anne Sullivan ... (not/teach) her, Helen Keller ... (not/be able to) communicate.

5. If Naomi Campbell ... (not/be) so beautiful, she ... (never/become) a supermodel.

5. Read the story below and make Type 3 conditional sentences, as in the example.

e.g. 1) ...if Sally hadn't been in a hurry, she would nave left some important notes at home....

Sally had a terrible day yesterday. She was in a hurry, so she left some important notes at home. She wasn't prepared for her meeting with a new client, so the meeting was a disaster. The client was disappointed, and as a result he refused to do business with the company. The boss shouted at Sally, so she got upset.

6. Match the items in column A with those in column B in order to make correct Type 0 conditional sentences, as in the example.

e.g. 1 - c ...if you add sugar to a cup of coffee, the coffee tastes sweeter...

A

1. Add sugar to a cup of coffee.
2. Throw salt onto snow.
3. Put an apple in a bowl of water.
4. Water plants regularly.
5. Lie in the sun too long.
6. Take regular exercise.

B

- a The apple floats.
- b Your skin turns red.
- c The coffee tastes sweeter.
- d You feel healthy.
- e The plants grow.
- f The snow melts.

7. Put the verbs in brackets into the correct tense.

- 1 A: What time will you be home tonight?
B: I'm not sure. If I ...have to... (have to) work late. I ...'ll call... (call) you.
- 2 A: I felt very tired at work today.
B: Well, if you ... (not/watch) the late film, you ... (not/feel) so tired
- 3 A: Should I buy that car?
B: Why not? If I ... (have) the money, I ... (buy) it myself.
- 4 A: If you ... (pass) a chemist's, ... (you/get) me some cough medicine?
B: Yes, certainly.
- 5 A: My sister seems very upset at the moment.
B: Were I you, I ... (talk) to her about it.
- 6 A: Unless you ... (hurry), you ... (be) late again.
B: No, I won't. There's plenty of time.
- 7 A: Oh! I forgot to ask Sarah over for dinner.
B: If I ... (speak) to her today, I ... (ask) her for you.
- 8 A: May I join the club, please?
B: Provided you ... (be) over eighteen, you can join the club.
- 9 A: What a lovely restaurant! I'm glad we came here.
B: If you ... (not/burn) the dinner, we ... (not/come) here!
- 10 A: Just think. If I ... (not/move) to York, I ... (never/meet) you.
B: I know, wasn't it lucky?
- 11 A: Jo doesn't spend enough time with me.
B: Well, if she ... (have) the time, I'm sure she ... (try), but she's very busy.
- 12 A: Did you give Bill the message?
B: No, but when I ... (see) him, I ... (tell) him the news.

8. Choose the correct answer.

- 1 'If you ...C... that plate, you'll burn your fingers.'
'Why? Has it been in the oven?'
A would touch
B will touch

C touch

2 '... you're busy, we'll talk now.'

'That's fine. I'm not busy at the moment.'

A If

B Provided

C Unless

3 'If you watch the news, you ... a lot.'

'I know. I watch it every day.'

A learn

B were learning

C would learn

4 '... you wear warm clothes, you won't get cold.'

'I'll wear an extra jumper.'

A Unless

B Providing

C Supposing

5 'Shall I invite John to the party?'

'Well, were I you, I ... him.'

A would invite

B will invite

C am inviting

6 '... the teacher comes back now, what will you do?'

'I don't know.'

A When

B Providing

C Supposing

7 'Could I see the menu, please?'

'Yes, sir. If you ... a seat, I will fetch it for you.'

A take

B had taken

C have taken

8 'Don't cry. Everything will be alright.'

'Yes, but if I ... the bus, I wouldn't have been late for school.'

A didn't miss

B hadn't missed

C don't miss

9 'When water boils, it ... steam.'

'Yes, I know; and the steam is hot, too.'

A would produce

B produce

C produces

10 'Can you help me, please?'

'Well, if I wasn't studying, I ... you.'

A would help

B help

C will help

11 'John crashed his car yesterday.'

'I know, but if he hadn't been changing the cassette, he ...'

A won't crash

B wouldn't crash

C wouldn't have crashed

12 'Can I have some chocolate, please?'

'If you behave yourself, I you some later.'

A would buy

B might buy

C buy

13 'Should you see Colin ... and tell me.'

'I will.'

A come

B to come

C will come

14 'If we were rich, we ... expensive clothes.'

'Well, unfortunately we aren't rich!'

A could afford

B can afford

C afford

9. Put the verbs in brackets into the correct tense.

1 If I ...were... (be) you, I wouldn't drive in the snow.

2 Peter ... (be able to) help you if he was here.

3 If I had closed the window, the cat ... (not/jump) out.

4 I ... (call) for help if I got stuck in a lift.

5 Had I known him, I ... (talk) to him.

6 John ... (may/lose) his job if he is rude to the boss.

7 If you ... (save) some money, you would have been able to go on holiday last year.

8 You may win if you ... (take) part in the contest.

9 If I had toothache, I ... (go) to the dentist.

10 They would have helped us move house if we ... (ask) them.

11 If Jane ... (be) older, she could live by herself.

12 We would have changed our plans if we ... (hear) the weather forecast.

13 Emma ... (send) a card if she had remembered it was their anniversary.

14 Robert ... (feel) better if you talked to him.

15 If Sam was still living nearby, you ... (can/invite) him for dinner.

16 If you ... (put) your money in your wallet, you will not lose it.

17 If you ... (like) chocolate, you will love this cake.

18 If Bill ... (come) home early, he will eat dinner with us.

19 Sandra will join us later unless she ... (have) a lot of work to do.

10. Fill in the gaps using when or if.

1 A: Have you phoned Paul yet?

B: No, I'll phone him ...when... I get home.

2 A: ... I get a new job soon, I may have a party.

B: That's a good idea.

3 A: I really liked that dress we saw.

B: Well, you can buy it ... you get paid.

4 A: Shall we go somewhere this weekend?

B: Yes ... it's sunny, we could go to the beach.

5 A: Did you make this cake yourself?

B: Yes ... you like it, I'll give you the recipe.

6 A: Is Jane still asleep?

B: Yes ... she wakes up, I'll tell her you're here.

7 A: Have you done your homework?

B: No. I'll do it ... we've finished dinner.

8 A: We've run out of milk.

B: Well, ... I go to the shops, I'll buy some more.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

по дисциплине
БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Направление
29.03.04 Технология художественной обработки материалов

Екатеринбург
2020

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА.....	4
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	5
ЕСТЕСТВЕННАЯ СИСТЕМА ЗАЩИТЫ ЧЕЛОВЕКА ОТ ОПАСНОСТЕЙ.....	5
ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В НОРМАЛЬНЫХ СИТУАЦИЯХ.....	5
ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ.....	5
ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ И ТРАВМАТИЗМ НА ПРОИЗВОДСТВЕ.....	5
УПРАВЛЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	5
СОЦИАЛЬНАЯ ЗАЩИТА РАБОТНИКОВ.....	5
НАДЗОР И КОНТРОЛЬ ЗА СОСТОЯНИЕМ ОХРАНЫ ТРУДА.....	5
ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ЗА НАРУШЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ ОХРАНЫ ТРУДА.....	6
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.....	7
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	11
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	12

ВВЕДЕНИЕ

Современный человек живет в мире различного рода опасностей, т.е. явлений, процессов, объектов, постоянно угрожающих его здоровью и самой жизни. Не проходит и дня, чтобы газеты, радио и телевидение не принесли тревожные сообщения об очередной аварии, катастрофе, стихийном бедствии, социальном конфликте или криминальном происшествии, повлекших за собой гибель людей и громадный материальный ущерб.

По мнению специалистов, одной из причин создавшейся ситуации является недостаточный уровень образования – обучения и воспитания – человека в области обеспечения безопасной деятельности. Только постоянное формирование в людях разумного отношения к опасностям, пропаганда обязательности выполнения требований безопасности может гарантировать им нормальные условия жизни и деятельности.

В курсе БЖД излагаются теория и практика защиты человека от опасных и вредных факторов природного и антропогенного происхождения в сфере деятельности.

Данный курс предназначен для формирования у будущих специалистов сознательного и ответственного отношения к вопросам безопасности, для привития им теоретических знаний и практических навыков, необходимых для создания безопасных и безвредных условий деятельности в системе «человек – среда», проектирования новой безопасной техники и безопасных технологий, прогнозирования и принятия грамотных решений в условиях нормальных и чрезвычайных ситуаций.

В процессе изучения курса БЖД студенту предстоит решить следующие задачи: усвоить теоретические основы БЖД; ознакомиться с естественной системой защиты человека от опасностей; изучить систему искусственной защиты в условиях нормальных (штатных) и чрезвычайных (экстремальных) ситуаций; ознакомиться с проблемами заболеваемости и травматизма на производстве; изучить вопросы управления безопасностью деятельности.

Успешное изучение курса студентами возможно при наличии соответствующей учебной литературы. Предлагаемое вниманию студентов и преподавателей учебное пособие подготовлено в соответствии с учебной программой курса БЖД для студентов всех направлений и специальностей.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА

В последующем разделе пособия приведена развернутая программа дисциплины «Безопасность жизнедеятельности». Она содержит названия разделов с указанием основных вопросов и разделов каждой темы. Каждая тема является основой вопросов на зачет. При чтении лекций по курсу преподаватель указывает те темы дисциплины, которые выносятся на самостоятельную проработку студентами. Для углубленного освоения темы рекомендуется дополнительная литература. При освоении указанных ниже тем рекомендуется следующий порядок самостоятельной работы студента.

1. Ознакомьтесь со структурой темы.
2. По учебникам освоите каждый структурный элемент темы.
3. При необходимости используйте указанную дополнительную литературу. Консультацию по использованию дополнительной литературы Вы можете получить у преподавателя.
4. Ответьте на контрольные вопросы. При затруднениях в ответах на вопросы вернитесь к изучению рекомендованной литературы.
5. Законспектируйте материал. При этом конспект может быть написан в виде ответов на контрольные вопросы и упражнения.

При самостоятельной работе над указанными темами рекомендуется вести записи в конспектах, формируемых на лекционных занятиях по курсу, и в том порядке, в котором данные темы следуют по учебной программе.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Основные понятия и определения. Характеристика форм трудовой деятельности. Опасности среды обитания. Основные положения теории риска. Системный анализ безопасности. Принципы, методы и средства обеспечения безопасности.

ЕСТЕСТВЕННАЯ СИСТЕМА ЗАЩИТЫ ЧЕЛОВЕКА ОТ ОПАСНОСТЕЙ

Анатомо-физиологическая характеристика человека. Анализаторы человека. Защитные механизмы организма.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В НОРМАЛЬНЫХ СИТУАЦИЯХ

Гелиофизические и метеорологические факторы. Производственная пыль. Механические опасности. Опасности при эксплуатации сосудов, работающих под давлением. Механические колебания и волны. Электробезопасность. Электромагнитные излучения. Световой климат. Ионизирующие излучения. Световой климат. Ионизирующие излучения. Химические опасности. Биологические опасности. Психологические опасности. Экологические опасности. Социальные опасности. Санитарно-гигиенические требования к устройству и содержанию предприятий.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Общая характеристика чрезвычайных ситуаций. Стихийные бедствия. Аварии на особо опасных объектах экономики. Аварии на объектах горной промышленности и подземных геологоразведочных работ. Чрезвычайные ситуации, связанные с применением современных средств поражения. Прогнозирование и оценка обстановки при чрезвычайных ситуациях. Защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций. Устойчивость функционирования объектов экономики в чрезвычайных ситуациях. Ликвидация последствий чрезвычайных ситуаций. Единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ И ТРАВМАТИЗМ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

Заболеваемость. Травматизм. Методы анализа травматизма.

УПРАВЛЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Правовые основы обеспечения безопасности деятельности. Обязанности работодателя по обеспечению безопасных условий труда. Время отдыха. Подготовка работников к безопасному труду. Система управления охраной труда на предприятии. Экономические аспекты охраны труда.

• КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назовите основные термины теории безопасности деятельности, дайте их определения.
2. Охарактеризуйте основные формы трудовой деятельности.
3. Что понимают под опасностью среды обитания? Как классифицируют опасности?
4. Сформулируйте аксиому о потенциальной опасности деятельности.
5. В чем состоит идентификация (распознавание) опасности?
6. Что такое квантификация опасностей?
7. Назовите методы анализа безопасности деятельности.
8. Приведите примеры расчета производственного риска.
9. В чем заключается концепция приемлемого риска?
10. Что такое управление риском?
11. Охарактеризуйте системный анализ безопасности деятельности.
12. Перечислите принципы, методы и средства обеспечения безопасности.
13. Изложите сущность естественной системы защиты человека от опасностей.
14. Дайте анатомо-физиологическую характеристику человека.
15. Какова роль анализаторов человека в обеспечении безопасности его деятельности?
16. Опишите зрительный, слуховой и обонятельный анализаторы.
17. Опишите вестибулярный, кинестетический и кожный анализаторы.
18. Что понимают под защитными механизмами человеческого организма?
19. Охарактеризуйте действие гелиофизических и метеорологических факторов на человека.
20. Какое действие оказывают высокие и низкие температуры, повышенная и пониженная влажность на организм человека?
21. Как действуют на организм человека вредные газы и пары?
22. В чем заключается вредное действие производственной пыли на организм? Как ведется борьба с пылью?
23. Назовите средства индивидуальной защиты работающих от пыли.
24. Как классифицируют механические опасности?
25. Перечислите методы и средства защиты от механических опасностей.
26. Укажите, как обеспечивается безопасность при эксплуатации сосудов, работающих под давлением.
27. Охарактеризуйте действие инфразвука и ультразвука на организм и меры защиты от них.
28. Объясните действие шума на организм. Перечислите методы и средства коллективной и индивидуальной защиты от шума.
29. Как борются с вибрацией на горных предприятиях?
30. Объясните действие электрического тока на организм человека.

31. Укажите опасности, связанные с применением электрического тока на горных предприятиях.
32. Назовите основные меры безопасности при эксплуатации электроустановок.
33. Перечислите средства индивидуальной защиты от поражения электрическим током.
34. В чем состоит молниезащита зданий и сооружений?
35. Назовите способы защиты работающих от воздействия электрических и электромагнитных полей.
36. Укажите меры защиты от инфракрасного, ультрафиолетового и лазерного излучений.
37. Как влияет освещение на условия труда? Перечислите виды освещения.
38. Укажите средства нормализации освещения производственных помещений, рабочих мест и горных выработок.
39. Охарактеризуйте виды ионизирующих излучений.
40. Назовите общие принципы защиты от ионизирующих излучений.
41. Охарактеризуйте методы и средства защиты от ионизирующих излучений.
42. Перечислите химические опасности (вредные вещества) и укажите меры защиты от них.
43. Назовите биологические опасности и меры защиты от них.
44. Что понимают под психологическими опасностями?
45. Какие естественные факторы воздействуют на биосферу Земли?
46. В чем заключается антропогенное воздействие на природу?
47. Назовите методы и средства обеспечения экологической безопасности на горных предприятиях.
48. Какие санитарно-гигиенические требования предъявляются к устройству и содержанию предприятий?
49. Что такое чрезвычайная ситуация?
50. Перечислите признаки, характеризующие чрезвычайные ситуации.
51. Как классифицируют чрезвычайные ситуации по причинам возникновения?
52. Охарактеризуйте стихийные бедствия. Укажите мероприятия по предупреждению и ликвидации последствий стихийных бедствий.
53. Перечислите виды аварий на особо опасных объектах экономики (народного хозяйства). В чем заключается профилактика возникновения аварий на таких объектах?
54. Какие аварии происходят на объектах горной промышленности? Укажите методы профилактики и ликвидации таких аварий.
55. Охарактеризуйте чрезвычайные ситуации, связанные с применением современных средств поражения.
56. Перечислите основные принципы и способы защиты населения от чрезвычайных ситуаций.

57. Какие действия надлежит выполнить населению при стихийных бедствиях и авариях?
58. Укажите действия населения при возникновении угрозы нападения противника.
59. Какие действия должно выполнять население в очагах поражения и после выхода из них?
60. Какие факторы влияют на устойчивость функционирования объектов экономики?
61. Перечислите основные мероприятия по повышению устойчивости функционирования объектов экономики.
62. Назовите принципы организации и проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ (АСиДНР) в чрезвычайных ситуациях мирного и военного времени.
63. Какие приемы и способы проведения АСиДНР используются в очагах поражения?
64. Перечислите меры безопасности при проведении АСиДНР.
65. По каким признакам классифицируют травмы и несчастные случаи на производстве?
66. Перечислите причины травматизма.
67. Укажите причины несчастных случаев на шахтах.
68. Опишите порядок расследования и учета несчастных случаев на производстве.
69. В чем заключается профилактика травматизма?
70. Какие методы используются при анализе травматизма?
71. Как расследуются профессиональные заболевания?
72. Кто назначает комиссию по расследованию профессионального заболевания?
73. Каким образом определяется окончательный диагноз острого профессионального заболевания?
74. Назовите меры профилактики профессиональных заболеваний.
75. Назовите меры профилактики производственного травматизма.
76. Изложите правовые основы обеспечения безопасности деятельности.
77. Какие обязанности возложены на администрацию предприятия по обеспечению охраны труда?
78. Перечислите виды подготовки работников к безопасному труду.
79. Что понимают под системой управления охраной труда на предприятиях?
80. Назовите основные нормативные документы, обеспечивающие безопасность деятельности.
81. Какова продолжительность ежедневной работы?
82. Какова профессиональная подготовка работников к безопасному труду?
83. Опишите систему управления охраной труда.
84. Назовите фонды охраны труда.

85. Чем обуславливается эффективность мероприятий по охране труда?
86. Опишите медицинское обслуживание работников.
87. Какие существуют льготы и компенсации за вредные и опасные условия труда?
88. Поясните суть обязательного социального страхования от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.
89. Назовите обязательные принципы обязательного страхования от несчастных случаев на производстве и профзаболеваний.
90. Кто имеет право на получение страховых выплат в случае смерти застрахованного?
91. Как осуществляются страховые выплаты по социальному страхованию?
92. Как начисляется пособие по временной нетрудоспособности?
93. Каков порядок привлечения к дисциплинарной ответственности?
94. Кто может привлекать к дисциплинарной ответственности.
95. Кто может привлекать к административной ответственности?
96. В каких случаях привлекают к уголовной ответственности?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В среде обитания человека постоянно присутствуют естественные, техногенные и антропогенные опасности.

Полностью устранить негативное влияние естественных опасностей человечеству до настоящего времени не удастся. Реальные успехи в защите человека от стихийных явлений сводятся к определению наиболее вероятных зон их действия и ликвидации возникающих последствий.

Мир техногенных опасностей вполне познаваем, и у человека есть достаточно способов и средств для защиты.

Антропогенные опасности во многом обусловлены недостаточным вниманием человека к проблеме безопасности, склонностью к риску и пренебрежению опасностью. Часто это связано с ограниченными знаниями человека о мире опасностей и негативных последствиях их проявления. Воздействие антропогенных опасностей может быть сведено к минимуму за счет обучения населения и работающих основам безопасности жизнедеятельности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Безопасность жизнедеятельности [Текст]: учебное пособие / В.В. Токмаков, Ю.Ф. Килин, А.М. Кузнецов; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский государственный горный университет. - 4-е изд., испр. и доп. - Екатеринбург: УГГУ, 2018. - 272 с.

Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие / В.А. Подюков, В.В. Токмаков, В.М. Куликов ; под ред. В.В. Токмакова ; Уральский государственный горный уни-верситет. - 3-е изд., испр. и доп. - Екатеринбург : УГГУ, 2007. - 314 с.

Белов С. В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность): учебник. 5-е изд., исправл. и доп. – М.: Изд-во «Юрай», 2015. – 702с.

Безопасность жизнедеятельности: энциклопедический словарь / под ред. проф. Русака О. Н. – СПб.: Инф-изд. агент «Лик», 2003.

Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов / К. З. Ушаков, Н. О. Каледина, Б. Ф. Кирин, М. А. Сребный / под ред. К. З. Ушакова. – М.: Изд-во МГГУ, 2000. – 430 с.

Воронов Е. Т., Резник Ю. Н., Бондарь И. А. Безопасность жизнедеятельности. Теоретические основы БЖД. Охрана труда: учебное пособие. – Чита: Изд-во ЧитГУ, 2010. – 390 с.

Занько Н. К., Малаян К. Р., Русак О. Н. Безопасность жизнедеятельности: учебник. – М.: Лань, 2012. – 672 с.

Субботин А. И. Управление безопасностью труда: учебное пособие. – М.: Изд-во МГГУ, 2014. – 266 с.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ
И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ**

по дисциплине
БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Направление
29.03.04 Технология художественной обработки материалов

Екатеринбург
2020

РАСЧЕТНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1. РАСЧЕТ ПОТРЕБНОГО ВОЗДУХООБМЕНА

Цель практического занятия — закрепление теоретических знаний, полученных при изучении темы «Человек и среда обитания: воздействия негативных факторов окружающей среды на человека», и формирование практических навыков расчета воздухообмена в производственных помещениях необходимого для очистки воздуха от вредных веществ: для удаления вредных веществ (выделяющихся вредных газов, паров и пыли); для удаления излишних водяных паров; для удаления избыточного тепла.

Общие сведения. Среда обитания — это окружающая человека среда, осуществляющая через совокупность факторов (физических, биологических, химических и социальных) прямое или косвенное воздействие на жизнедеятельность человека, его здоровье, трудоспособность и потомство. В жизненном цикле человек и окружающая среда обитания непрерывно взаимодействуют и образуют постоянно действующую систему «человек — среда обитания», в которой человек реализует свои физиологические и социальные потребности. В составе окружающей среды выделяют природную, техногенную, производственную и бытовую среду. Каждая среда может представлять опасность для человека. В данной работе рассматривается расчет потребного воздухообмена (L м³/ч), для очистки воздуха от вредных газов и паров и для удаления избыточного тепла с помощью механической общеобменной вентиляции.

Задание. В помещении объемом V работают n человек со средней производительностью a каждый. Они производят покраску и шпаклевку изделий нитро- (на основе ацетона) красками, эмалями и шпаклевками, для чего используется ручное и механизированное оборудование. В этом же помещении производится пайка N контактов припоем ПОС-60. Источники тепловыделения

– оборудование мощностью $P_{ном}$ и осветительная сеть мощностью $P_{осв}$ из люминесцентных ламп. Расчеты вести для холодного периода года. Помещение имеет K окон направленных на север размерами $2,5 \times 1,75$ м с двойным остеклением и деревянными рамами. Категория работ – III (тяжелая).

Рассчитать потребный воздухообмен и определить кратность воздухообмена для: 1) испарений растворителей и лаков; 2) при пайке припоем ПОС-60; 3) удаления выделяемой людьми углекислоты; 4) удаления избыточного тепла.

Методика и порядок расчета воздухообмена для очистки воздуха.

Потребный воздухообмен определяется по формуле

$$L = \frac{G \times 1000}{x_n - x_v}, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (1.1)$$

где L , $\text{м}^3/\text{ч}$ – потребный воздухообмен; G , $\text{г}/\text{ч}$ – количество вредных веществ, выделяющихся в воздух помещения; x_v , $\text{мг}/\text{м}^3$ – предельно допустимая концентрация вредности в воздухе рабочей зоны помещения, согласно ГОСТ 12.1.005-88 [1]; x_n , $\text{мг}/\text{м}^3$ – максимально возможная концентрация той же вредности в воздухе населенных мест (ГН 2.1.6.1338- 03) □4□.

Применяется также понятие кратности воздухообмена (n), которая показывает сколько раз в течение одного часа воздух полностью сменяется в помещении. Значение n □ □ может быть достигнуто естественным воздухообменом без устройства механической вентиляции.

Кратность воздухообмена определяется по формуле

$$n = \frac{L}{V_n}, \text{ ч}^{-1}, \quad (1.2)$$

где n , $\text{раз}/\text{ч}$ – кратность воздухообмена; L , $\text{м}^3/\text{ч}$ – потребный воздухообмен; V_n – внутренний объем помещения, м^3 .

Согласно СП 2.2.1.1312-03, кратность воздухообмена $n > 10$ недопустима.

Так как x_n определяется по табл. 1.1 прил.1, а x_v по табл. 1.2 прил.1, то для расчета потребного воздухообмена необходимо в каждом случае определять

количество вредных веществ, выделяющихся в воздух помещения.

Таблица 1.0

Исходные данные для расчёта потребного воздухообмена

№ вар.	a , м ² /ч	Материал	n чел.	V м ³	N шт/час	Местность	$P_{\text{ном.}}$ кВт	$P_{\text{осв.}}$ кВт	m окон
1	2	Бесцветный	1	100	40	Сельские населенные пункты	10	0,5	2
2	1,5	аэролак, окраска кистью	2	200	35		20	0,5	3
3	1		3	300	400		30	1	4
4	2		4	400	45		40	1	5
5	3	Цветной аэролак, окраска механизир.	1	500	305	Малые города	200	1	6
6	4		1	600	48		150	1,5	6
7	3,5		1	700	450	Большие города	200	1	6
8	5		1	800	480		100	2	8
9	0,2	Шпаклевка кистью	3	80	325		10	0,5	2
10	0,3		4	200	420	Сельские населенные пункты	20	1	4
11	1,5	Шпаклевка механизир,	1	200	250		30	1	3
12	1		2	300	450		40	1,5	4
13	0,8	Бесцветный аэролак, окраска кистью	1	150	300	Малые города	50	0,6	2
14	1		2	150	48		60	0,8	3
15	1,2		1	120	335		70	1	2
16	0,7		2	200	400	Большие города	80	1,2	4
17	2	Цветной аэролак, окраска	1	200	280		90	0,6	4
18	2,5		2	400	480		100	0,8	6
19	2,2		1	400	290	Сельские населенные пункты	150	1,2	8
20	1,8	механизир.	2	600	300		200	1,5	8
21	0,3		1	80	200		250	0,5	I
22	0,4	Шпаклевка кистью	2	100	250	Малые города	300	0,6	2
23	1	Шпаклевка механизир.	1	150	242		60	1	2
24	1		2	400	440	Большие города	80	1	3
25	1,5		1	100	270		100	1,2	4

26	2	кистью	3	200	180		150	0,5	6
----	---	--------	---	-----	-----	--	-----	-----	---

Рассмотрим отдельные характерные случаи выделения вредных веществ в воздух помещения и определения потребного воздухообмена.

1.1. Определение воздухообмена при испарении растворителей и лаков

Испарение растворителей и лаков обычно происходит при покраске различных изделий. Количество летучих растворителей, выделяющихся в воздухе помещений можно определить по следующей формуле

$$G = \frac{a \times A \times m \times n}{100}, \text{ г/ч}, \quad (1.3)$$

где a , м²/ч – средняя производительность по покраске одного рабочего (при ручной покраске кистью – 12 м²/ч, пульверизатором – 50 м²/ч); A , г/м² – расход лакокрасочных материалов; m , % – процент летучих растворителей, содержащихся в лакокрасочных материалах; n – число рабочих, одновременно занятых на покраске.

Численные значения величин A и m определяются по табл. 1.3 прил. 1.

Пример. Определить количество выделяющихся в воздух помещения летучих растворителей.

Решение:

По табл. 3 прил. 1 для цветного аэролака при окраске распылением находим, что $A = 180$ г/м², $m = 75$ %, тогда $G = 50 \cdot 180 \cdot 75 \cdot 2 / 100 = 13500$ г/ч. Далее определяем потребный воздухообмен в помещении по формуле (1.3). Находим для ацетона из табл. 1.1 и 1.2 прил. 1, что $x_v = 200$ мг/м³, $x_n = 0,35$ мг/м³, тогда $L = 13500 \cdot 1000 / (200 - 0,35) = 67500$ м³/ч.

Ответ: $L = 67500$ м³/ч.

1.2. Определение потребного воздухообмена при пайке электронных схем

Пайка осуществляется свинцово-оловянным припоем ПОС-60, который содержит $C = 0,4$ доли объема свинца и 60 % олова. Наиболее ядовиты аэрозоли (пары) свинца.

В процессе пайки из припоя испаряется до $B = 0,1$ % свинца, а на 1 пайку расходуется 10 мг припоя. При числе паяк – N , количество выделяемых паров свинца определяется по формуле

$$G = C \times B \times N, \text{ мг/ч}, \quad (1.4)$$

где G , г/ч – количество выделяемых паров свинца; C – содержание свинца; B – % свинца; N – число паяк.

Пример. В помещении объемом $V_{\text{п}} = 1050 \text{ м}^3$ три человека осуществляют пайку припоем ПОС-40 с производительностью по 100 контактов в час. Найти требуемую кратность воздухообмена.

Решение:

По формуле (1.4) определяем количество аэрозолей свинца, выделяемых в воздух: $G = 0,6 \cdot 0,001 \cdot 10 \cdot 100 \cdot 3 = 1,8 \text{ мг/ч}$. Далее определяем потребный воздухообмен по формуле (1.1). Находим из табл. 1.1 и 1.2 прил. 1 для свинца и его соединений $x_{\text{в}} = 0,01 \text{ мг/м}^3$; $x_{\text{н}} = 0,001 \text{ мг/м}^3$. Тогда $L = 1,8 / (0,01 - 0,001) = 200,0 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Ответ: $L = 185,5 \text{ м}^3/\text{ч}$.

1.3. Определение воздухообмена в жилых и общественных помещениях

В жилых и общественных помещениях постоянным вредным выделением является выдыхаемая людьми углекислота (CO_2). Определение потребного воздухообмена производится по количеству углекислоты, выделяемой человеком и по допустимой концентрации её.

Количество углекислоты в зависимости от возраста человека и

выполняемой работы, а также допустимые концентрации углекислоты для различных помещений приведены в табл. 1.4 и 1.5 прил. 1.

Содержание углекислоты в атмосферном воздухе можно определить по химическому составу воздуха. Однако, учитывая повышенное содержание углекислоты в атмосфере населенных пунктов, следует принимать при расчете содержания CO_2 следующие значения: для сельских населенных пунктов – $0,33 \text{ л/м}^3$, для малых городов (до 300 тыс. жителей) – $0,4 \text{ л/м}^3$, для больших городов (свыше 300 тыс. жителей) – $0,5 \text{ л/м}^3$.

Пример. Определить требуемую кратность воздухообмена в помещении, где работают 3 человека.

Решение:

По табл. 1.4 прил.1 определяем количество CO_2 , выделяемой одним человеком $g = 23 \text{ л/ч}$. По табл. 1.5 прил. 1 определяем допустимую концентрацию CO_2 . Тогда $x_{\text{в}} = 1 \text{ л/м}^3$ и содержание CO_2 в наружном воздухе для больших городов $x_{\text{н}} = 0,5 \text{ л/м}^3$. Определяем требуемый воздухообмен по формуле (1.1) $L = 23 \cdot 3 / (1 - 0,5) = 138 \text{ м}^3/\text{ч}$. Ответ: $L = 138 \text{ м}^3/\text{ч}$.

1.4. Определение требуемого воздухообмена при выделении газов (паров) через неплотности аппаратуры, находящейся под давлением

Производственная аппаратура, работающая под давлением, как правило, не является вполне герметичной. Степень герметичности аппаратуры уменьшается по мере ее износа. Считая, что просачивание газов через неплотности подчиняется тем же законам, что и истечение через небольшие отверстия, и, предполагая, что истечение происходит адиабатически, количество газов, просочившихся через неплотности, можно определить по формуле

$$G = k \times c \times \sqrt{\frac{M}{T}}, \text{ кг/ч,} \quad (1.5)$$

где k – коэффициент, учитывающий повышение утечки от износа оборудования ($k = 1-2$); c – коэффициент, учитывающий влияние давления газа в аппарате; v – внутренний объем аппаратуры и трубопроводов, находящихся под давлением, м³; M – молекулярный вес газов, находящихся в аппаратуре; T – абсолютная температура газов в аппаратуре, К.

Таблица 1.2

Коэффициент, учитывающий влияние давления газа в аппарате

Давление p , атм	до 2	2	7	17	41	161
c	0,121	0,166	0,182	0,189	0,25	0,29

Пример. Система, состоящая из аппаратов и трубопроводов, заполнена сероводородом. Рабочее давление в аппаратуре $p_a = 3$ атм, а в проводящих трубопроводах $p_{tr} = 4$ атм. Внутренний объем аппаратуры $v_a = 5$ м³, объем трубопроводов, $v_{tr} = 1,2$ м³. Температура газа в аппаратуре – $t_a = 120$ °С, в трубопроводе – $t_{tr} = 25$ °С. Определить потребный воздухообмен в помещении.

Решение:

Определяем величины утечек сероводорода (H₂S) из аппаратуры и трубопроводов. Принимаем $k = 1,5$; $c = 0,169$ (по табл. 1.2); $M = 34$, для H₂S; Утечка газа из аппаратуры составляет:

$$G_a = 1,5 \times 0,169 \times \sqrt[5]{\frac{34}{393}} = 0,372$$

Утечка газа из трубопроводов составляет:

$$G_{tr} = 1,5 \times 0,172 \times 1,2 = 0,104$$

$$G = G_a + G_{tr} = 0,372 + 0,104 = 0,476, \text{ кг/ч}$$

Используя данные табл. 1.1 прил. 1, находим, что для сероводорода $x_b = 10$ мг/м³; $x_n = 0,008$ мг/м³. Потребный воздухообмен равен

$$L = \frac{4761000}{(10 - 0,008)} = 47638,1 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Ответ: $L = 47638,1 \text{ м}^3/\text{ч}$

Вывод: В воздух помещения одновременно могут выделяться несколько вредных веществ. По действию на организм человека они могут быть однонаправленными и разнонаправленными. Для однонаправленных веществ расчетные значения потребного воздухообмена суммируются, а для разнонаправленных веществ выбирается наибольшее значение потребного воздухообмена.

Пример. Для первой вредности в воздухе рабочей зоны – вредных (токсичны) веществ в рассмотренных примерах все относятся к веществам разнонаправленного действия, поэтому принимаем к дальнейшему расчету максимальное из полученных значений, т. е. $L = 67500 \text{ м}^3/\text{ч}$ (потребный воздухообмен для паров растворителей при окраске).

Для проверки соответствия требованиям устройства вентиляции определим кратность воздухообмена $n = 67500/4800 = 14,1 \text{ ч}^{-1}$. Данное значение превышает установленную величину – 10 ч^{-1} , поэтому необходимо принять дополнительное решение по устройству вентиляции в помещении. Например, таким решением может быть исключение распространения от двух мест окраски растворителей по всему помещению за счет применения местной вытяжной вентиляции.

Расчет объёма воздуха удаляемого местной вентиляцией определяется по формуле

$$L_{\text{МВ}} = F \times v \times 3600, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (1.6)$$

где F – площадь сечения всасывающих отверстий, м^2 ; v – скорость воздуха в сечении вытяжной вентиляции, $\text{м}/\text{с}$. Рекомендуется принимать значение скорости в интервале $0,8-1,5 \text{ м}/\text{с}$.

Таким образом, потребный воздухообмен для оставшихся вредных веществ принимаем для выделений сероводорода: $L = 47638,1 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Проверка:

$$n = 47638, 1/4800 = 9,9 \text{ ч}^{-1}.$$

1.5. Расчёт потребного воздухообмена для удаления избыточного тепла

Расчет потребного воздухообмена для удаления избыточного тепла производится по формуле

$$L = \frac{Q_{изб}}{\gamma_B \times c \Delta t}, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (1.7)$$

где $L, \text{ м}^3/\text{ч}$ – потребный воздухообмен; $Q_{изб}, \text{ ккал/ч}$ – избыточное тепло; $\gamma_B = 1,206 \text{ кг/м}^3$ – удельная масса приточного воздуха; $c_B = 0,24 \text{ ккал/кг}^\circ\text{град}$ – теплоемкость воздуха;

$$\Delta t = t_{\text{вых}} - t_{\text{пр}}, ^\circ\text{C} \quad (1.8)$$

где $t_{\text{вых}}, ^\circ\text{C}$ – температура удаляемого воздуха; $t_{\text{пр}}, ^\circ\text{C}$ – температура приточного воздуха.

Величина Δt при расчетах выбирается в зависимости от теплонапряженности воздуха – Q_n : при $Q_n \leq 20 \text{ ккал/м}^3 \cdot \text{ч}$ $\Delta t = 6 ^\circ\text{C}$; при $Q_n > 20 \text{ ккал/м}^3 \cdot \text{ч}$ $\Delta t = 8 ^\circ\text{C}$;

$$Q_n = \frac{Q_{изб}}{V_n}, \text{ ккал/м}^3 \cdot \text{ч}, \quad (1.9)$$

где $V_n, \text{ м}^3$ – внутренний объем помещения.

Таким образом, для определения потребного воздухообмена необходимо определить количество избыточного тепла по формуле

$$Q_{изб} = Q_{об} + Q_{осв} + Q_{л} + Q_{р} - Q_{отд}, \text{ ккал/ч}, \quad (1.10)$$

где $Q_{об}, \text{ ккал/ч}$ – тепло, выделяемое оборудованием; $Q_{осв}, \text{ ккал/ч}$ – тепло, выделяемое системой освещения; $Q_{л}, \text{ ккал/ч}$ – тепло, выделяемое людьми в помещении; $Q_{р}, \text{ ккал/ч}$ – тепло, вносимое за счет солнечной радиации; $Q_{отд}, \text{ ккал/ч}$ – теплоотдача естественным путем.

Определяем количество тепла, выделяемого оборудованием

$$Q_{об} = 860 \times P_{об} \times y_1, \text{ ккал/ч} \quad (1.11)$$

где Y_1 – коэффициент перехода тепла в помещение, зависящий от вида оборудования; $P_{об}$, кВт – мощность, потребляемая оборудованием;

$$P_{об} = P_{ном} \times y_2 \times y_3 \times y_4, \text{ кВт}, \quad (1.12)$$

где $P_{ном}$, кВт – номинальная (установленная) мощность электрооборудования помещения; Y_2 – коэффициент использования установленной мощности, учитывающий превышение номинальной мощности над фактически необходимой; Y_3 – коэффициент загрузки, т.е. отношение величины среднего потребления мощности (во времени) к максимально необходимой; Y_4 – коэффициент одновременности работы оборудования.

При ориентировочных расчетах произведение всех четырех коэффициентов можно принимать равным:

$$y_1 \times y_2 \times y_3 \times y_4 = 0,25 \quad (1.13)$$

Определяем количество тепла, выделяемого системой освещения

$$Q_{осв} = 860 \times P_{осв} \times \alpha \beta \times \cos(\varphi), \quad (1.14)$$

где α – коэф. перевода электрической энергии в тепловую для лампы накаливания $\alpha = 0,92 - 0,97$, люминесцентной лампы $\alpha = 0,46 - 0,48$; β – коэффициент одновременности работы (при работе всех светильников $\beta = 1$); $\cos(\varphi) = 0,7 - 0,8$ – коэффициент мощности; $P_{осв}$, кВт – мощность осветительной установки.

Определяем количество тепла, выделяемого находящимися в помещении людьми

$$Q_{л} = N \times q_{л}, \quad (1.15)$$

где N – количество людей в помещении; $q_{л}$, ккал/ч – тепловыделения одного человека табл. 1.6 прил. 1.

Определяем количество тепла, вносимого за счет солнечной радиации

$$Q_p = K \times S \times q_{ост}, \quad (1.16)$$

где K – количество окон; S , м^2 – площадь одного окна; $q_{\text{ост}}$, ккал/ч – солнечная радиация через остекленную поверхность табл. 1.7 прил. 1.

Определяем теплоотдачу, происходящую естественным путем. Если нет дополнительных условий, то можно считать ориентировочно, что $Q_{\text{отд}} = Q_{\text{р}}$ для холодного и переходного периодов года (среднесуточная температура наружного воздуха ниже $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$). Для теплого периода года (среднесуточная температура воздуха выше $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$) принимаем $Q_{\text{отд}} = 0$.

Общий вывод: Среди полученных расчетных значений требуемого воздухообмена для вредных веществ и удаления избыточного тепла выбирается наибольшее значение требуемого воздухообмена.

**Предельно-допустимые концентрации вредных веществ в атмосферном
воздухе населенных мест (ГН 2.1.6.1338-03)**

Наименование вредных веществ	ПДКм.р., мг/м ³	ПДКс.с., мг/м ³	Агрегатн состояние
Азота диоксид	0,085	0,04	п
Азота оксид	0,6	0,06	п
Акролеин	0,03	0,03	п
Амилацетат	0,10	0,10	п
Аммиак	0,2	0,04	п
Ацетон	0,35	0,35	п
Бензин (углеводороды)	5,0	1,5	п
Бензол	1,5	0,1	п
Бутан	200	-	п
Бутилацетат	0,1	0,1	п
Винилацетат	0,15	0,15	п
Дихлорэтан	3,0	1,0	п
Ксилол	0,2	0,2	п
Марганец и его соединения	0,01	0,001	а
Метилацетат	0,07	0,07	п
Мышьяк и его неорг. соединения	-	0,003	а
Озон	0,16	0,03	п
Пыль (кремнесодержащая – более 70 %)	0,15	0,05	а
Пыль нетоксичная (фиброгенного действия)	0,5	0,15	а
Ртут хлорид (сулема)	-	0,0003	а
Сажа	0,15	0,05	а
Свинец и его соединения	0,001	0,0003	а
Сернистый ангидрид	0,5	0,15	п
Серная кислота	0,3	0,1	а

Продолжение табл. 1.1

Наименование вредных веществ	ПДКм.р., мг/м ³	ПДКс.с., мг/м ³	Агрегатн состояние
Сероводород	0,008	-	п
Сероуглерод	0,03	0,005	п
Спирт бутиловый	0,16	-	п
Спирт изобутиловый	0,1	0,1	п
Спирт метиловый	1,0	0,5	п
Спирт этиловый	5	5	п
Стирол	0,04	0,002	п
Толуол	0,6	0,6	п
Углерода оксид	5,0	3,0	п
Фенол	0,01	0,003	п
Фтористые соединения (газообразные)	0,02	0,005	п
Хлор	0,1	0,03	п
Хлористый водород	0,2	0,2	п
Этилацетат	0,1	0,1	п

Примечание: п – пары и/или газы; а – аэрозоль

**Предельно-допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей
зоны (ГОСТ 12.1.005-88)**

Наименование вредных веществ	ПДК., мг/м ³	Класс опасности	Агрегатн. состояние
Азота диоксид	2,0	3	п
Азота оксиды	5,0	3	п
Акролеин	0,2	2	п
Амилацетат	100	4	п
Аммиак	20	4	п
Ацетон	200	4	п
Бензин (углеводороды)	100	4	п
Бензол	15/5	2	п
Бутан	300	4	п
Бутилацетат	200	4	п
Винилацетат	10,0	4	п
Дихлорэтан	10,0	2	п
Ксилол	50,0	3	п
Марганец и его соединения (от 2-30 %)	0,1	2	а
Метилацетат	100	4	п
Мышьяк и его неорг. соединения	0,04/0,01	2	а
Озон	0,1	1	п
Пыль (кремнесодержащая – более 70 %)	1,5	4	а
Пыль нетоксичная (фиброгенного действия)	4,0	4	а
Ртути хлорид (сулема)	0,2/0,05	1	а
Сажа	4,0	3	а
Свинец и его соединения	0,01/0,005	1	а
Серная кислота	1,0	2	а
Сернистый ангидрид	10	3	п
Сероводород	10,0	3	п

Продолжение табл. 1.2

Наименование вредных веществ	ПДК., мг/м ³	Класс опасности	Агрегатн. состояние
Сероуглерод	1,0	3	п
Спирт бутиловый	10,0	3	п
Спирт изобутиловый	10,0	3	п
Спирт метиловый	5,0	3	п
Спирт этиловый	1000	4	п
Стирол	30/10	3	п
Толуол	50	3	п
Углерода оксид	20	4	п
Фенол	0,3	2	п
Фтористые соединения (газообразные)	0,5/0,1	2	п
Хлор	1,0	2	п
Хлористый водород	5,0	1	п
Этилацетат	200	4	п

Примечание: значение в числителе – максимально разовые; в знаменателе – среднесменные

Таблица 1.3

Расходы лакокрасочных материалов на один слой покрытия изделий и содержание в них летучих растворителей

Наименование лакокрасочных материалов/способ нанесения краски	Расход лакокрасочных материалов, A , г/м ²	Содержание летучей части, m , %
Нитролаки и краски		
Бесцветный аэролак /кистью	200	92
Цветные аэролаки/распыление пульверизатором	180	75
Нитрошпаклевка /кистью	100-180	10-35
Нитроклей /кистью	160	80-85
Масляные лаки и эмали		
Окраска распылением	60-90	35

Таблица 1.4

Количество углекислоты, выделяемой человеком при разной работе

Возраст человека и характер работы	Количество CO ₂	
	в л/ч	в г/ч
Взрослые:		
при физической работе	45	68
при легкой работе (в учреждениях)	23	35
в состоянии покоя	23	35
Дети до 12 лет	12	18

Таблица 1.5

Предельно-допустимые концентрации углекислоты

Наименование помещений	Количество CO ₂	
	в л/ч	в г/кг
Для постоянного пребывания людей (жилые ком.)	1	1,5
Для пребывания детей и больных	0,7	1
Для учреждений	1,25	1,75
Для кратковременного пребывания людей	2	3

Таблица 1.6

Количество тепловыделений одним человеком при различной работе

Категория тяжести работы		Количество тепловыделений $q_{\text{л}}$, ккал/ч в зависимости от окружающей температуры воздуха			
		15 °C	20 °C	25 °C	30 °C
Легкая	I	100	70	50	30
Средней тяжести	II-a	100	70	60	30
Средней тяжести	II-б	110	80	70	35
Тяжелая	III	110	80	80	35

Таблица 1.7

Солнечная радиация через остекленную поверхность

	Солнечная радиация, $q_{\text{ост}}$, ккал/ч от стороны света и широты, град.														
	ЮГ			ЮГО-ВОСТОК ЮГО-ЗАПАД				ВОСТОК ЗАПАД				СЕВЕР, СЕВЕР. ВОСТОК СЕВЕРО- ЗАПАД			
	45	55	65	35	45	55	65	35	45	55	65	35	45	55	65
Окна с двойным остеклени- ем и дере- вянными рамами	125	125	145	85	110	125	145	125	125	145	145	65	65	65	60
Окна с двойным остеклени- ем и метал- лическими рамами	160	160	180	110	140	160	180	160	160	180	180	80	80	80	70
Фонарь с двойным остекление м и метал- лическими переплет.	130	160	170	110	140	170	170	160	160	180	180	85	85	85	70

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Долин П.А. Справочник по технике безопасности. – М.: Энергоиздат, 1982. – 342 с.
2. Каменев П.Н. Отопление и вентиляция. Часть II. Вентиляция. – М.: Издательство литературы по строительству, 1966. – 289 с.
3. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
4. ГН2.1.6.1338-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест.

РАСЧЕТНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2. ОЦЕНКА РИСКА

Цель практического занятия - закрепление теоретических знаний, полученных при изучении темы «Основы теории безопасности: системный анализ безопасности», и формирование практических навыков расчета индивидуального и группового (социального) риска в конкретных ситуациях.

Общие сведения. Опасность – одно из центральных понятий безопасности жизнедеятельности (БЖД).

Опасность хранят все системы, имеющие энергию, химически или биологически активные компоненты, а также характеристики (параметры), несоответствующие условиям жизнедеятельности человека. Можно сказать, что опасность – это риск неблагоприятного воздействия.

Практика свидетельствует, что абсолютная безопасность недостижима. Стремление к абсолютной безопасности часто вступает в антагонистические противоречия с законами техносферы.

В сентябре 1990 г. в г. Кельне состоялся первый Всемирный конгресс по безопасности жизнедеятельности человека как научной дисциплине. Девиз конгресса: «Жизнь в безопасности». Участники конгресса постоянно оперировали понятием «риск».

Возможны следующие определения риска:

1. Это количественная оценка опасности, вероятность реализации опасности;
2. При наличии статистических данных, это частота реализации опасностей.

Различают опасности реальные и потенциальные. В качестве аксиомы принимаются, что любая деятельность человека потенциально опасна. Реализация потенциальной опасности происходит через ПРИЧИНЫ и приводит к НЕЖЕЛАТЕЛЬНЫМ ПОСЛЕДСТВИЯМ.

Сейчас перед специалистами ставится задача – не исключение до нуля

безопасности (что в принципе невозможно). А достижение заранее заданной величины риска реализации опасности. При этом сопоставлять затраты и получаемую от снижения риска выгоду. Во многих западных странах для более объективной оценки риска и получаемых при этом затрат и выгод, вводят финансовую меру человеческой жизни. Заметим, что такой подход имеет противников, их довод – человеческая жизнь свята, бесценна и какие-то финансовые оценки недопустимы. Тем не менее, по зарубежным исследованиям, человеческая жизнь оценивается, что позволяет более объективно рассчитывать ставки страховых тарифов при страховании и обосновывать суммы выплат.

Поскольку абсолютная безопасность (нулевой риск) невозможна, современный мир пришел к концепции приемлемого (допустимого) риска.

Суть концепции заключается в стремлении к такой безопасности, которую принимает общество в данное время. При этом учитывается уровень технического развития, экономические, социальные, политические и др. возможности. Приемлемый риск – это компромисс между уровнем безопасности и возможностями ее достижения. Это можно рассмотреть в следующей ситуации. После крупной аварии на Чернобыльской АЭС, правительство СССР решило повысить надежность всех ядерных реакторов. Средства были взяты из госбюджета и, следовательно, уменьшилось финансирование социальных программ здравоохранения, образования и культуры, что в свою очередь привело к увеличению социально-экономического риска. Поэтому следует всесторонне оценивать ситуацию и находить компромисс – между затратами и величиной риска.

Переход к «риску» дает дополнительные возможности повышения безопасности техносферы. К техническим, организационным, административным добавляются и экономические методы управления риском (страхование, денежные компенсации ущерба, платежи за риск и др.). Есть здравый смысл в том, чтобы законодательно ввести квоты за риск. При этом

возникает проблема расчета риска: статистический, вероятностный, моделирование, экспертных оценок, социологических опросов и др. Все эти методы дают приблизительную оценку, поэтому целесообразно создавать базы и банки данных по рискам в условиях предприятий, регионов и т.д.

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с общими сведениями. Записать определения.
2. Выполнить практические задачи.

Практические задачи

Задача 1. В таблице 2.0 приведен ряд профессий по степени индивидуального риска фатального исхода в год. Используя данные табл.1 методом экспертных оценок охарактеризуйте вашу настоящую деятельность и условия вашей будущей работы.

Таблица 2.0

Классификация профессиональной безопасности

Категория	Условия профессиональной деятельности	Риск смерти (на человека в год)	Профессия
1	Безопасные	$1 \cdot 10^{-4}$	Текстильщики, обувщики, работники лесной промышленности, бумажного производства и др.
2	Относительно безопасные	$1 \cdot 10^{-4}$ до $1 \cdot 10^{-3}$	Шахтеры, металлурги, судостроители и др.
3	Опасные	$1 \cdot 10^{-3}$ до $1 \cdot 10^{-2}$	Рыбопромысловики, верхолазы, трактористы и др.
4	Особо опасные	больше $1 \cdot 10^{-2}$	Летчики-испытатели, летчики реактивных самолетов.

После обсуждения письменно сформулируйте свою оценку.

Для решения следующих задач используйте формулу определения индивидуального риска

$$P = \frac{h}{H}, \quad (2.1)$$

где P – индивидуальный риск (травмы, гибели, болезни и пр.); h – количество реализации опасности с нежелательными последствиями за определенный период времени (день, год и т.д.); H – общее число участников (людей, приборов и пр.), на которых распространяется опасность.

Пример решения задачи по формуле (2.1).

Пример. Задача 1. Ежегодно неестественной смертью гибнет 250 тыс. человек. Определить индивидуальный риск гибели жителя страны при населении в 150 млн. человек.

Решение.

$$P_{ж} = 2,5 \cdot 10^5 / 1,5 \cdot 10^8 = 1,7 \cdot 10^{-3}$$

Или будет 0,0017. Иначе можно сказать, что ежегодно примерно 17 человек 10000 погибает неестественной смертью. Если пофантазировать и предположить, что срок биологической жизни человека равен 1000 лет, то по нашим данным оказывается, что уже через 588 лет (1:0,0017) вероятность гибели человека неестественной смертью близка к 1 (или 100%).

Примечание. Здесь и в задачах №2,3 данные приближены к России.

Задача 2. Опасность гибели человека на производстве реализуется в год 7 тыс. раз. Определить индивидуальный риск погибших на производстве при условии, что всего работающих 60 млн. человек. Сравните полученный результат с вашей экспертной оценкой из задачи 1.

Задача 3. Определить риск погибших в дорожно-транспортном происшествии (ДТП), если известно, что ежегодно гибнет в ДТП 40 тыс. человек при населении 150 млн. человек.

Задача 4. Используя данные индивидуального риска фатального исхода в год для населения США (данных по России нет), определите свой

индивидуальный риск фатального исхода на конкретный год. При этом можно субъективно менять коэффициенты и набор опасностей.

Таблица 2.1

Индивидуальный риск гибели в год

Причина	Риск	Причина	Риск
Автомобильный транспорт	$3 \cdot 10^{-4}$	Воздушный транспорт	$9 \cdot 10^{-6}$
Падения	$9 \cdot 10^{-5}$	Падающие предметы	$6 \cdot 10^{-6}$
Пожар и ожог	$4 \cdot 10^{-5}$	Электрический ток	$6 \cdot 10^{-6}$
Утопление	$3 \cdot 10^{-5}$	Железная дорога	$4 \cdot 10^{-6}$
Отравление	$2 \cdot 10^{-5}$	Молния	$5 \cdot 10^{-7}$
Огнестрельное оружие	$1 \cdot 10^{-5}$	Все прочие	$4 \cdot 10^{-5}$
Станочное оборудование	$1 \cdot 10^{-5}$	Ядерная энергетика	$2 \cdot 10^{-10}$
Водный транспорт	$9 \cdot 10^{-6}$	(пренебрегаемо мал. риск)	

Риск общий для американца: $P_{\text{общ}} = 6 \cdot 10^{-4}$

Сравнить полученный результат с результатом примера решения.

Задачи на риск гибели неестественной смертью в России и с риском гибели в год для американца ($P_{\text{общ}}$).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Русак О.Н. Труд без опасности. Л. «Лениздат», 1986, 191 с.
2. Береговой Г.Т. и др. Безопасность космических полетов. М., «Машиностроение», 1977, 320 с.

РАСЧЕТНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3. ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА РАБОЧЕЙ ЗОНЫ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Цель практического занятия :закрепление теоретических знаний, полученных при изучении раздела “Телиофизические и метеорологические фактора: микроклимат производственных помещений”, и формирование практических навыков расчета метеорологических условий в производственном помещении и гигиенической оценки параметров микроклимата.

Общие сведения:

Одним из основных условий эффективной производственной деятельности человека является обеспечение нормальных метеорологических условий в помещениях. Параметры микроклимата оказывают существенное влияние на терморегуляцию организма человека и могут привести кпереохлаждению или перегреву тела

Микроклимат производственных помещений - это климат внутренней среды этих помещений, определяемый действующими на организм человека факторами: сочетанием температуры воздуха, относительной влажности, скорости движения воздуха, интенсивности теплового облучения, температуры поверхности ограждающих конструкций (стены, пол, потолок, технологическое оборудование и т.д

Под рабочей зоной понимается пространство высотой до 2м над уровнем пола или площадки, на которых находятся места постоянного или временного пребывания рабочих.

Причиной ряда заболеваний является местное и общее охлаждение. Переохлаждение организма ведет к простудным заболеваниям: ангине, катару верхних дыхательных путей, пневмонии. Установлено, что при переохлаждении

ног и туловища возникает спазм сосудов слизистых оболочек дыхательного тракта.

Перегревание возникает при избыточном накоплении тепла в организме, которое возникает при действии повышенных температур. Основными признаками перегревания являются повышение температуры тела до 38°C и более, обильное потоотделение, слабость, головная боль, учащение дыхания и пульса, изменение артериального давления и состав крови, шум в ушах, искажение цветового восприятия

Тепловой удар – это быстрое повышение температуры тела 40°C и выше. В этом случае падает артериальное давление, потоотделение прекращается, человек теряет сознание.

Организм человека обладает свойством терморегуляции – поддержание температуры тела в определенных границах (36,1...37,2°C) Терморегуляция обеспечивает равновесие между количеством тепла, непрерывно образующегося в организме человека в процессе обмена веществ, теплопродукцией и излишком тепла, непрерывно выделяемого в окружающую среду, - теплоотдачей, т.е. сохраняет тепловой баланс организма человека. Количество выделившейся теплоты меняется от 8Вт до 50 Вт.

Теплопродукция. Тепло вырабатывается всем организмом, но в наибольшей степени в мышцах и печени. В процессе работы в организме происходят различные биохимические процессы, связанные с деятельностью мышечного аппарата и нервной системы. Энергозатраты человека, выполняющего различную работу, могут быть классифицированы на категории.

Разграничение работ по категориям осуществляется на основе интенсивности общих энергозатрат организма: легкие физические работы, средние физические работы, тяжелые физические работы.

К категории 1а относятся работы с интенсивностью энергозатрат до 139 Вт, выполняемые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением.

К категории 1б относятся работы с интенсивностью энергозатрат 140...174 Вт, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением (в полиграфической промышленности, на часовом, швейном производствах, в сфере управления)

К категории 2а относятся работы с интенсивностью энергозатрат 233...232 Вт, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой, перемещением мелких изделий или предметов в положении стоя или сидя и требующие определенного физического напряжения.

К категории 2б относятся работы с интенсивностью энергозатрат 233...290 Вт, связанные с ходьбой, перемещением и переноской тяжестей до 10 кг и сопровождающиеся умеренным физическим напряжением.

К категории 3 относятся работы с интенсивностью энергозатрат более 290 Вт, связанные с постоянными передвижениями, перемещением и переноской значительных (свыше 10 кг) тяжестей и требующие больших физических усилий.

Теплоотдача. Количество тепла, отдаваемого организмом человека, зависит от температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха. Теплоотдача осуществляется путем радиации, конвекции, испарения пота и дыхания. Для человека, находящегося в состоянии покоя и одетого в обычную комнатную одежду, соотношение составляющих теплоотдачи имеет следующие распределения, % радиацией – 45, конвекцией – 30, испарением и дыханием – 25.

Основное значение имеет регулирование теплоотдачи, так как она является наиболее изменчивой и управляемой. Комфортные тепло ощущения у человека возникают при наличии теплового баланса организма, а также при условии его некоторого нарушения. Это обеспечивается тем, что в организме человека имеется некоторый резерв тепла, который используется им в случае охлаждения. Этот потенциальный запас тепла составляет в среднем 8360 кДж и находится главным образом во внешних слоях тканей организма на глубине 2-3 см от кожи. При известном уменьшении запаса тепла у человека появляются субъективно

ощущения «прохлады», которые, если охлаждение продолжается, сменяются ощущениями «холодно», «очень холодно»

Действующими нормативными документами, регламентирующими метеорологические условия производственной среды, являются ГОСТ 12.1.005-88 «ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» и СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» Этими документами установлены влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений с учетом избытков явного тепла, тяжести выполняемой работы и сезонов года.

В соответствии с вышеуказанным стандартом теплым периодом года считается сезон, характеризуемый среднесуточной температурой наружного воздуха +10 °С.

Допустимыми считаются такие параметры микроклимата, которые при длительном воздействии могут вызывать напряжения реакции терморегуляции человека, но к нарушению состояния здоровья не приводят.

Оптимальными являются такие микроклиматические параметры, которые не вызывают напряжения реакций терморегуляции и обеспечивают высокую работоспособность человека.

Расчет показателей микроклимата базируются на опытных данных о давлении, температуре и скорости движения воздуха на рабочем месте полученных при замерах на нем с помощью соответствующих приборов

Показатели микроклимата вычисляются в следующей последовательности:

1. Атмосферное давление B , Па, на рабочем месте, измеренное с помощью барометра-анероида БАММ-1

$$B = B_{\text{п}} + B_{\text{ш}} + B_{\text{т}} + B_{\text{д}}, \quad (3.1)$$

где B – исправленное значение замеренного давления, Па; $B_{\text{п}}$ – отсчет по прибору, Па; $B_{\text{ш}}$ – шкаловая поправка; $B_{\text{т}}$ – температурная поправка, равная

произведению температуры прибора на удельную температуру поправки прибора; Вд – добавочная поправка, Па.



Рис. 3.1 Барометр-анероид «БААМ-1»

Барометр-анероид «БААМ-1» измеряет атмосферное давление в наземных условиях в диапазоне температур от 0 до +40 С° и при относительной влажности воздуха более 80%

2. Температура воздушной среды измеряется с помощью ртутных или спиртовых термометров, а также с помощью термографов, обеспечивающих непрерывную запись температуры на ленте за определенный период времени. Температуру воздушной среды можно измерить также с помощью психрометров и термометров

3. Влажность воздуха – абсолютная и относительная определяется с помощью психрометров. Психрометр состоит из сухого и влажного термометров. Резервуар влажного термометра покрыт тканью, которая опущена в мензурку с водой. Испаряясь, вода охлаждает влажный термометр, поэтому его показания всегда ниже показания сухого.

Психрометры бывают типа Августа (Рис 3.2) и переносными, типа Ассмана (Рис 3.3). Психрометр Ассмана является более совершенным и точным прибором по сравнению с психрометром Августа. Принцип его устройства тот же, но термометры заключены в металлическую оправу, шарики термометра находятся в двойных металлических гильзах, а в головке прибора помещается вентилятор с постоянно скоростью 4 м/с.

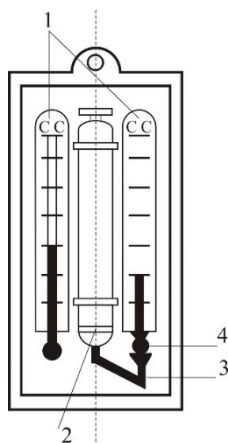


Рис. 3.2 Психрометры Августа

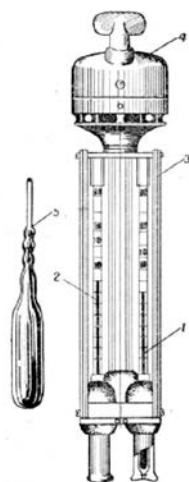


Рис. 3.3 Психрометр Ассмана

Влажность воздуха может быть рассчитана: 1) по давлению водяного пара, находящегося в воздухе или 2) по плотности водяного пара

При первом способе сначала определяется давление водяного пара $P_{в.н}$ находящегося в воздухе при данной температуре

$$P_{в.н} = P_{н.в} - c(T_c - T_v)V \quad (3.2)$$

где $P_{н.в}$ — давление насыщенного водяного пара при температуре t_v , зафиксированной влажным термометром, Па; c —коэффициент психрометра, зависящий от скорости движения воздуха около шарика мокрого термометра (при скорости движения воздуха до 4 м/с принимают $c = 0.00074$, свыше 4 м/с — 0.00066) t_c и t_v — температура сухого и влажного термометра, В—барометрическое давление воздуха в момент измерения температур психрометром, Па

Определив парциальное давление водяного пара, находят относительную влажность воздуха

$$\varphi = \frac{p}{p_0} \cdot 100\% , \quad (3.3)$$

где $p_{н.с}$ – давление насыщенного водяного пара при температуре t_c , зафиксированной влажным термометром,

При расчете влажности воздуха по плотности водяного пара определяются:

а) абсолютная влажность воздуха (масса водяного пара, содержащегося в воздухе при данной температуре)

$$F = \frac{(1000 \cdot p_{в.п})}{(461,5(273 + t_c))} , \quad (3.4)$$

где 461,5 – удельная газовая постоянная водяного пара Дж/(кг *К);

б) максимальная абсолютная влажность воздуха

$$A_{\max} = \frac{1000 \cdot p_{н.с}}{461,5(273 + t_c)} , \quad (3.5)$$

в) относительная влажность воздуха φ

$$\varphi = \frac{A}{A_{\max}} \cdot 100 , \quad (3.6)$$

Таблица 3.0

Давление насыщенного водяного пара P , Па при температуре воздуха

t, C	P, Па	t, C	P, Па	t, C	P, Па	t, C	P, Па
0	611	10	1228	20	2328	30	4242
1	657	11	1312	21	2486	31	4493
2	705	12	1403	22	2644	32	4754
3	759	13	1497	23	2809	33	5030
4	813	14	1599	24	2894	34	5320
5	872	15	1705	25	3168	35	5624
6	935	16	1817	26	3361	36	5941
7	1001	17	1937	27	3565	37	6275
8	1073	18	2064	28	3780	38	6625
9	1148	19	2197	29	4005	39	6991

Значение относительной влажности φ , найденного описанными способами, может быть проверено по данным психометрической таблицы

4. Скорость движения воздуха измеряется с помощью крыльчатых или чашечных анемометров (Рис 3.4). Крыльчатый анемометр принимается для

измерения скорости воздуха до 10 м/с, а чашечный – до 30м/с. Принцип действия анемометров обоих типов основан на том, что частоты вращения крыльчатки тем больше, чем больше скорость движения воздуха. Вращение крыльчатки передается на счетный механизм. Разница в показаниях до и после измерения, деленная на время наблюдения, показывает число делений в 1 с. Специальный тарифовочный паспорт, предлагаемый к каждому прибору позволяет по вычисленной величине делений определить скорость движения воздуха.



Рис 3.4 Чашечный анемометр

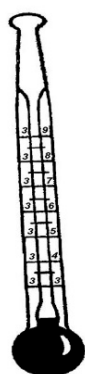


Рис. 3.5 Кататермометр

Скорость движения воздуха в интервале величин от 0.1 до 0.5 м/с можно определить с помощью кататермометра (Рис.3.5). Шаровой кататермометр представляет собой стартовый термометр с двумя резервуарами: шаровым внизу

и цилиндрическим верху. Шкала кататермометра имеет давление от 31 до 41 градуса. Для работы с этим прибором его предварительно нагревают на водяной бане, затем вытирают насухо и помещают в исследуемое место. По величине падения столба спирта в единицу времени на кататермометре при его охлаждении судят о скорости движения воздуха. Для измерения малых скоростей (от 0.03 до 5 м/с) при температуре в производственных помещениях не ниже 10С применяется термоанемометр. Это электрический прибор на полупроводниках, принцип его действия основан на измерении величины сопротивления датчика при изменении температуры и скорости движения воздуха.

Таблица 3.1

Значения относительной влажности

t_c °C	Разность показаний сухого и влажного термометров $t_c - t_b$ °C									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Относительная влажность φ , %									
0	100	81	63	45	28	11				
1	100	83	65	48	32	16				
2	100	84	68	51	35	20				
3	100	84	69	54	39	24	10			
4	100	85	70	56	42	28	14			
5	100	86	72	58	45	32	19	6		
6	100	86	73	60	47	35	23	10		
7	100	87	74	61	49	37	26	14		
8	100	87	75	63	51	40	29	18	7	
9	100	88	76	64	53	42	31	21	11	
10	100	88	76	65	54	44	34	24	14	5

Продолжение табл. 3.1

11	100	88	77	66	56	46	36	26	17	8
12	100	89	78	68	57	48	38	29	20	11
13	100	89	79	69	59	49	40	31	23	14
14	100	89	79	70	60	51	42	34	25	17
15	100	90	80	71	61	52	44	36	27	20
16	100	90	81	71	62	54	46	37	30	22
17	100	90	81	72	64	55	47	39	32	24
18	100	91	82	73	65	56	49	41	34	27
19	100	91	82	74	65	58	50	43	35	29
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37	30
21	100	91	83	75	67	60	52	46	39	32
22	100	92	83	76	68	61	54	47	40	34
23	100	92	84	76	69	61	55	48	42	36
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43	37
25	100	92	84	77	70	63	57	50	44	38
26	100	92	85	78	71	64	58	51	46	40
27	100	92	85	78	71	65	59	52	47	41
28	100	93	85	78	71	65	59	52	48	42
29	100	93	86	79	72	66	60	54	49	43
30	100	93	86	79	73	67	61	55	50	44

Скорость движения воздуха V , м/с , при замере ее анемометром АСО-3 подсчитывается по формуле

$$V = an + b, \quad (3.7)$$

где n число делений в 1 с; $n = \frac{n_k - n_n}{t_{\text{зам}}}$; n_n и n_k – начальный и конечный отсчеты по анемометру; $t_{\text{зам}}$ – продолжительность замера по прибору.

При выполнении настоящего практического занятия рекомендуется использовать формулу:

$$V = 0,45n + 0,01$$

5. Гигиеническая оценка результатов расчета параметров микроклимата: производится по санитарным нормам, приведенным в ГОСТ 12.1.005-88.

Таблица 3.2

Оптимальные нормы температуры, относительно влажности и скорости движения воздуха по рабочей зоне производственных помещений

Период Года	Категория Работ	Температура, °C	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха м/с не более
Холодный (температура наружного воздуха ниже +10°C)	Легкая – 1	22-24	40-60	0,1
	Легкая – 1б	21-23	40-60	0,1
	Средней	18-20	40-60	0,2
	тяжести – Па	17-19	40-60	0,2
	Средней	16-18	40-60	0,3
	тяжести – Пб Тяжелая – III			
Теплый (температура наружного воздуха +10°C и выше)	Легкая – 1а	23-25	40-60	0,1
	Легкая – 1б	22-24	40-60	0,2
	Средней	21-23	40-60	0,3
	тяжести – Па	20-22	40-60	0,3
	Средней	18-20	40-60	0,4
	тяжести – Пб Тяжелая - III			

Пример расчета:

Исходный данные: $B_n = 87937$ Па, $B_{ш} = -50$ Па, $t_c = 22$ °C, $t_c = 16$ °C, $\Delta t = -\frac{10\text{Па}}{^\circ\text{C}}$, $B_d = +100$ Па, $n_n = 6000$, $t_{\text{зам}} = 200$ с, период года – теплый.

Решение:

1. Атмосферное давление на рабочем месте (при температурной поправке)

$$B_T = t_c * \Delta t = 22(-10) = -220 \text{ Па}$$

$$B = B_n + B_{ш} + B_T + B_d = 87837 - 50 - 220 + 110 = 87667 \text{ Па.}$$

2. Скорость движения воздуха по исходным данным, полученным при помощи анемометра АСО-3. При числе давлений в 1с

$$n = \frac{n_k - n_n}{t_{зам}} = 6040 - \frac{6000}{200} = 0,2 \text{ дел/с}$$

Скорость движения воздуха составляет;

$$V = 0,45n + 0,01 = 0,45 * 0,2 + 0,01 = 0,10 \text{ м/с}$$

3. Относительная влажность воздуха по давлению водяного пара. При давлении насыщенного водяного пара при температуре сухого термометра $P_{н.с} = 2644 \text{ Па}$ и температуре влажного термометра $P_{н.в} = 1817 \text{ Па}$ и парциальном давлении водяного пара в воздухе:

$$P_{в.п} = P_{н.в} - C(t_c - t_b) * B = 1817 - 0,00074 * (22 - 16) * 87837 = 1427 \text{ Па}$$

относительная влажность воздуха:

$$\varphi = \frac{P_{в.п}}{P_{н.с}} 100 = \frac{1427}{2644} 100 = 54\%$$

3б. Относительная влажность воздуха по плотности (массе) водяного пара. При абсолютной влажности воздуха:

$$A = \frac{1000 * P_{в.п}}{461,5(273 + t_c)} = \frac{1000 * 1527}{461,5(273 + 22)} = 10,48 \text{ г/м}^3$$

И максимальной влажности воздуха:

$$A_{max} = \frac{1000 * P_{н.с}}{461,5(273 + t_c)} = \frac{1000 * 2644}{461,5(273 + 22)} = 19,42 \text{ г/м}^3 \text{ относительная влажность воздуха равна:}$$

$$\varphi = \frac{A}{A_{max}} 100 = \frac{10,48}{19,42} 100 = 54\%$$

3в. Правильность произведенных подсчетов φ подтверждают данные

таблицы. При разности показаний сухого и влажного термометров $T_c - T_v = 22 - 16 = 6 \text{ }^{\circ}\text{C}$ относительная влажность воздуха φ равна 54%

Варианты заданий

Для выполнения задания даются следующие показатели: отсчет по барометру Вп Температура воздуха по сухому (T_c) и влажному (T_v) термометрам психрометра, начальный (N_n) и конечный (N_k) отсчеты по анемометру, продолжительность замера скорости движения воздуха $T_{\text{зам}}$, период года (холодный, теплый) Для отсчета скорости движения воздуха использовать формулу

$$V = 0,45n + 0,01$$

Интенсивность теплового излучения на рабочем месте полагать равной 50 Вт/м². Числовые значения исходных данных приведены в таблице 3.3.

Таблица 3.3

Числовые значения поправок к барометру

вариант	Вв, Па	Вш, Па	$\Delta t, \text{Па} / ^{\circ}\text{C}$	Ва, Па	$T_c, ^{\circ}\text{C}$	$T_v, ^{\circ}\text{C}$	N_n	N_k	$T_{\text{зам}}, ^{\circ}\text{C}$	Период года
1	110146	-100	-10	+100	23	18	6000	6246	140	Холодный
2	105752	-100	-10	+100	22	16	6107	6138	155	То же
3	97989	+75	-10	+100	18	13	6357	6407	160	То же
4	90498	+25	-10	+100	17	11	6841	6909	170	То же
5	94232	+150	-10	+100	16	11	6944	7051	200	То же
6	103379	-50	-10	+100	24	17	6107	6387	150	Теплый
7	107509	-100	-10	+100	23	17	6305	6696	187	То же
8	89371	0	-10	+100	22	15	6421	6501	190	То же
9	94263	+150	-10	+100	20	15	6725	6830	175	То же
10	96946	+100	-10	+100	19	12	6100	6176	11	То же

Порядок выполнения работы

1. Расчет и оформление практической работы провести в соответствии с примером расчета. Варианты заданий определяются пр-ем.

2. Результаты расчетов микроклимата на рабочем месте в производственном помещении занести в таблицу.

Таблица 3.4

Пример заполнения таблицы

Температура воздуха		Относительная влажность %		Скорость движения воздуха	
Фактически данная	Оптимальна я по нормам	Фактически рассчитанна я	Оптимальна я по нормам	Фактически рассчитанна я	Оптимальна я по нормам

3. На основании полученных результатов определить категорию работ, в соответствии с периодом года.

4. Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Что понимают под микроклиматом производственных помещений?
2. Опишите характер действия климатических факторов на организм человека.
3. В чем состоит нормирование воздействий климатических факторов на человека?
4. Как определяют давление, температуру, относительную влажность и скорость движения воздуха?
5. Назовите способы и средства нормализации микроклимата на рабочих местах.

РАСЧЕТНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4. РАСЧЕТ ТЕПЛОВЫДЕЛЕНИЙ И БОРЬБА С ИЗБЫТОЧНЫМ ТЕПЛОМ В ШАХТАХ

Цель практического занятия - закрепление теоретических знаний, полученных при изучении темы «Комфортные условия жизнедеятельности», и овладение методикой расчета тепловыделений в выработки глубоких шахт и выбора технических решений по борьбе с избыточным теплом.

Общие сведения. Климатические условия в подземных выработках, особенно в глубоких шахтах, как правило, отличаются от климатических условий на земной поверхности. Микроклимат горных выработок (т. е. действующее в них на организм человека сочетание температуры, влажности, скорости движения воздуха, его давления и температуры окружающих поверхностей) в значительной степени зависит от теплообменных процессов, происходящих на пути движения воздуха. Под воздействием этих процессов температура шахтного воздуха в выработках существенно повышается с увеличением глубины ведения горных работ.

Нагревание воздуха, движущегося по горным выработкам, происходит в результате:

- теплообмена между потоком шахтного воздуха и окружающим выработки массивом горных пород, т. е. охлаждения пород;
- естественного адиабатического сжатия воздуха при движении его вниз по вертикальным и наклонным выработкам;
- изменения содержания влаги в воздухе;
- теплообмена между воздухом и подземной водой, текущей по выработкам;
- окисления угля, угольной пыли, сульфидных руд, крепежного леса и некоторых других веществ;

- охлаждения отбитых и транспортируемых масс угля и породы;
- работы горных машин и механизмов;
- выделения тепла осветительными установками, электрическими кабелями, трубопроводами сжатого воздуха, телом человека, а также действия других второстепенных факторов.

- Вызванное перечисленными факторами приращение температуры шахтного воздуха ($^{\circ}\text{C} = \text{K}$), может быть определено из выражения

$$\Delta t = \frac{\sum Q_i}{C_p \rho V}, \quad (4.1)$$

где $\sum Q_i$ - суммарное количество теплоты, идущее на нагревание воздуха, кДж/ч; C_p - удельная теплоемкость воздуха при постоянном давлении, кДж/(кг·К); ρ - плотность воздуха, кг/м³; V - объемный расход воздуха, м³/ч.

Шахтный воздух уже при температуре свыше 25 °С оказывает отрицательное тепловое воздействие на физиологию и гигиену труда подземных рабочих. При задержке отдачи телом человека накопившегося в нем тепла возникает перегрев организма, осложняющий протекание жизненных процессов. Чрезмерный перегрев организма вызывает ухудшение самочувствия человека, приводит к серьезным заболеваниям (в наиболее тяжелых случаях - к тепловому удару, или стрессу, или даже к смерти), увеличивает вероятность травматизма, снижает производительность труда.

Изменение температуры воздуха (и других параметров микроклимата) в подземных выработках оказывает влияние также на физико-механические свойства горных пород и на безопасное состояние сооружений и выработок.

Расчет выделения теплоты в выработки глубоких шахт ведется по следующим зависимостям.

1. Тепловыделение при охлаждении горных пород. Количество теплоты $Q_{\text{охл}}$, кДж/ч, выделяющееся вследствие охлаждения окружающих выработку

горных пород, описывается уравнением Ньютона для конвективного теплообмена

$$Q_{\text{охл}} = K_{\tau} P l (t_{\text{п}} - t_{\text{в}}), \quad (4.2)$$

где K_{τ} - коэффициент нестационарного теплообмена между массивом горных пород и воздухом, кДж/(м²·ч·К) (рассчитывается по формуле, приводимой ниже); P и l - периметр и длина выработки, м; $t_{\text{п}}$ - естественная температура неохлажденных пород на данной глубине, (°С = К, расчет приводится ниже); $t_{\text{в}} = t_{\text{пб}}$ - допустимая температура воздуха в выработке, °С (принимается согласно Правилам безопасности).

Коэффициент K_{τ} , кДж/(м²·ч·К) определяется по формуле

$$K_{\tau} = \frac{\lambda}{1 + \frac{\lambda}{2\alpha_0 R_{\text{э}}}} \cdot \left[\frac{1}{2R_{\text{э}}} + \frac{1}{\sqrt{\pi a \tau (1 + \frac{\lambda}{2\alpha_0 R_{\text{э}}})}} \right], \quad (4.5)$$

где λ - коэффициент теплопроводности породы, кДж/(м·ч·К) (принимается по табл. 3.1); α_0 - суммарный коэффициент теплоотдачи от стен шахтной выработки к воздуху, кДж/(м²·ч·К) (расчет ниже); $R_{\text{э}}$ - эквивалентный радиус выработки, м:

$$R_{\text{э}} = \sqrt{\frac{S}{\pi}} = 0.564\sqrt{S}, \quad a - \text{коэффициент температуропроводности породы, м}^2/\text{ч:}$$

$\alpha = \frac{\lambda}{c_{\text{п}} \cdot \rho_{\text{п}}}$ (принимается по табл. 3.1); $c_{\text{п}}$ - удельная теплоемкость породы, кДж/(кг·К) (принимается по табл. 3.1); $\rho_{\text{п}}$ - плотность породы, кг/м³ (принимается по табл. 3.1); τ - расчетное время процесса теплообмена, ч (например, при длительности процесса теплообмена 4 года значение $\tau = 4 \cdot 365 \cdot 24 = 35040$ ч).

Таблица 4.0

Тепловая характеристика пород

Порода	ρ , кг/м ³	$c_{\text{п}}$, кДж/(кг·К)	λ , кДж/(м·ч·К)	a , м ² /ч
Песчаник (Центральный Донбасс)	2475	0,854	9,211	0,00436

Глинистые и песчанистые сланцы (там же)	2450	0,904	6,363	0,00287
Уголь (там же)	1225	1,184	1,051	0,00073
Бурый уголь (Челябинский бассейн)	1210	1,130	0,913	0,00067
Каменный уголь (Карагандинский бассейн)	1275	1,055	0,963	0,00072
Углистый сланец	1765	1,021	3,006	0,00167
Глинистый сланец	2433	0,992	3,354	0,00139
Змеевик	2690	0,950	5,694	0,00223
Гранит	2722	0,917	7,972	0,00319
Серный колчедан (Дегтярское месторождение)	4620	0,908	15,010	0,00358
Медный колчедан (там же)	4716	0,862	15,165	0,00373

Суммарный коэффициент теплоотдачи с поверхности горной выработки α_0 , кДж/(м²·ч·К), находится их выражения

$$\alpha_0 = \alpha_k + \alpha_n,$$

где α_k - конвективный коэффициент теплоотдачи от стен выработки к воздуху, кДж/(м²·ч·К)

$$\alpha_k = 2,9 \cdot 4,1868 \frac{V^{0.8}}{D_э^{0.2}} = 12,14 \frac{V^{0.8}}{D_э^{0.2}}$$

где v - скорость движения воздуха в выработке, м/с; $D_э$ - эквивалентный диаметр выработки, м: $D_э = \frac{4S}{P}$; α_n - коэффициент, учитывающий испарения влаги с мокрых стен выработки, кДж/(м²·ч·К)

$$\alpha_n = 1,3\beta \cdot r,$$

где β - коэффициент массоотдачи (коэффициент испарения), кг/(м²·ч·К), принимается равным 0,01 - для стволов, 0,15 - для капитальных выработок, 0,03 - для лав; r - теплота парообразования воды, принимается $r = 2256$ кДж/кг.

Температура горных пород в массиве t_{π} , °С, на заданной глубине H , м, от земной поверхности определяется по формулам:

$$t_{\pi} = h \cdot t_{\text{н}} + \frac{H-H_0}{\Gamma_{\text{ст}}} \text{ или } t_{\pi} = h \cdot t_{\text{н}} + (H - H_0)\delta, \quad (4.6)$$

где t_{π} - температура пород нейтрального слоя (зоны с постоянной температурой пород) в данной местности; принимается примерно равной среднегодовой температуре воздуха на земной поверхности в данном районе, °С; $t_{\text{н}} = 8,5; 2,5; 2,5; 3,0$ °С для условий соответственно Донбасса, Кузбасса, Караганды и Мосбасса; H_0 - глубина (толщина) нейтрального слоя, м: $H_0 = 20-40$ м; $\Gamma_{\text{ст}}$ - геотермическая ступень данного района, м/°С: в среднем $\Gamma_{\text{ст}}$ составляет для угольных месторождений 30–40 м/°С, рудных 50-140 м/°С, нефтяных 15-20 м/°С; δ - геотермический градиент, °С/м.

2. Тепловыделение при сжатии воздуха. Количество теплоты $Q_{\text{сж}}$, кДж/ч, выделяющееся при движении воздуха вниз по вертикальным и наклонным выработкам, определяется выражением

$$Q_{\text{сж}} = 9,81 \cdot \rho \frac{V_{\text{в}} \cdot H}{1000} = 0,00981 \cdot \rho \cdot V_{\text{в}} \cdot H, \quad (4.7)$$

где ρ - плотность воздуха, кг/м³; $V_{\text{в}}$ - количество воздуха, проходящего по выработке (объемный часовой расход воздуха), м³/ч: $V_{\text{в}} = 3600 \cdot v \cdot S$; v - скорость движения воздуха в выработке, м/с; S - площадь поперечного сечения выработки, м²; H - глубина расположения выработки, м; для наклонной выработки

$$H = l_{\text{н}} \cdot \sin \psi, \quad (4.8)$$

где $l_{\text{н}}$ - длина наклонной выработки; ψ - угол наклона выработки, град.

3. Тепловыделение при окислительных процессах. Количество теплоты $Q_{\text{ок}}$, кДж/ч, образующееся при окислении угля, угленосных сланцев, сульфидных руд и древесины, подсчитывается по формуле А. Ф. Воропаева

$$Q_{ок} = q_{ок} \cdot V^{0,8} \cdot P \cdot l, \quad (4.9)$$

где $q_{ок}$ - тепловыделение в результате окислительных процессов, приведенное к скорости движения воздуха в выработке, $V = 1$ м/с, кДж/(м²·ч); $q_{ок}$ можно принимать равным 12-21 кДж/(м²·ч).

4. Тепловыделение от местных источников. К местным источникам теплоты относят электродвигатели, трансформаторы, светильники, электрические кабели, трубопроводы сжатого воздуха, пневматические двигатели, другие тепловыделяющие машины, механизмы и устройства, а также работы, производимые с применением бетона на участке выработки или в призабойной зоне, когда тепло выделяется при его отвердении.

Расчетные формулы для определения количества теплоты от местных источников имеют следующий вид:

4.1. Тепловыделение при работе *электродвигателей* горных машин и освещения $Q_{эд}$, кДж/ч

$$Q_{эд} = \frac{3600 \cdot N_{потр} \cdot k_3}{\eta_э}, \quad (4.10)$$

где $N_{потр}$ - потребляемая мощность электродвигателей и осветительных установок, кВт; k_3 - коэффициент загрузки оборудования во времени: $k_3 = 0,8$; $\eta_э$ - к. п. д. электродвигателя: $\eta_э = 0,95$.

4.2. Тепловыделение в выработку (ствол, уклон, бремсберг и др.) при эксплуатации *лебедок* $Q_{л}$, кДж/ч:

- при подъеме груза лебедкой $Q_{лп} = 3600 \cdot N_{л} \cdot k_3 (1 - \eta_m)$;

- при спуске груза лебедкой $Q_{лс} = 3600 \cdot N_{л} \cdot k_3$.

где $N_{л}$ - установленная мощность электродвигателя лебедки, кВт; η_m - механический к. п. д.: $\eta_m = 0,8$.

4.3. Тепловыделение при работе *трансформатора* $Q_{тр}$, кДж/ч

$$Q_{тр} = 3600 \cdot N_{тр} \cdot p_{тр}, \quad (4.11)$$

где $N_{\text{тр}}$ - мощность трансформатора, кВт; $p_{\text{тр}}$ - тепловые потери трансформатора:
 $p_{\text{тр}} = 0,04 \div 0,05$.

4.4. Тепловыделение при затвердевании монолитной **бетонной крепи**
 Q_6 , кДж/ч

$$Q_6 = q_6 \cdot P \cdot l_{\text{ц}}, \quad (4.12)$$

где q_6 - удельное выделение теплоты при отвердевании бетона, кДж/(м²·ч);
 принимается $q_6 = 200 \div 400$ кДж/(м²·ч); P - периметр выработки, м; $l_{\text{ц}}$ - длина участка бетонирования, контактирующего с вентиляционной струей за один цикл проходки, м.

4.5. Тепловыделение при **взрыве ВВ**. В выработке большого сечения при использовании более 100 кг ВВ тепловыделение при взрыве $Q_{\text{взр}}$, кДж/ч, рассчитывается по формуле

$$Q_{\text{взр}} = 0,8 \cdot q_{\text{взр}} \cdot m_3, \quad (4.13)$$

где $q_{\text{взр}}$ - удельное тепловыделение при взрыве 1 кг ВВ, кДж/кг; m_3 - масса заряда, кг.

Таблица 4.1

Рекомендуемые значения $q_{\text{взр}}$ для применяемых ВВ

Аммонит ПЖВ-20	3360		Аммонит АП-5ЖВ	3780
Угленит Э-6	2570		Аммонит скальный №1	5400
Победит ВП-4	3810		Аммонит № 6 ЖВ	4290
Аммонит АП-4ЖВ	3560		Игданит	3790

4.6. Тепловыделение при работе шахтных **вентиляторов** происходит в результате работы электродвигателя, внутренних потерь энергии в вентиляторе и аэродинамического сжатия воздуха. Количество теплоты $Q_{\text{всн}}$, кДж/ч, поступающее в выработку при работе вентилятора, выражается формулой

$$Q_{\text{всн}} = 3600 \cdot V_{\text{вс}} \frac{h_{\text{в}}}{1000 \eta_{\text{вн}}} = 3,6 \cdot V_{\text{вс}} \frac{h_{\text{в}}}{\eta_{\text{вн}}}, \quad (4.14)$$

где $V_{\text{вс}}$ - количество воздуха, проходящего по выработке (секундный расход), $\text{м}^3/\text{с}$; $h_{\text{в}}$ - депрессия выработки, Па;

$$h_{\text{в}} = \alpha_{\text{в}} \cdot P \cdot l \frac{v^2}{S}, \quad (4.15)$$

где $\alpha_{\text{в}}$ - коэффициент аэродинамического сопротивления трения выработки, $\text{Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^4 = \text{Па} \cdot \text{с}^2/\text{м}^2$; P, l, S - периметр, длина и площадь поперечного сечения выработки, м, м, м^2 ; v - средняя скорость движения воздуха по выработке, $\text{м}/\text{с}$;

$$\eta_{\text{вв}} = \eta_{\text{в}} \cdot \eta_{\text{дв}} \cdot \eta_{\text{п}}, \quad (4.16)$$

$\eta_{\text{в}} = 0,6 \div 0,8$; $\eta_{\text{дв}} = 0,85 \div 0,95$ и $\eta_{\text{п}}$ - к. п. д. соответственно вентиляторной установки, вентилятора, двигателя и редукторной ($\eta_{\text{п}} = 1$) или ременной ($\eta_{\text{п}} = 0,9 \div 0,95$) передач.

Подставляя (4.15) в (4.16) и учитывая, что

$$V_{\text{вс}} = v \cdot S \text{ м}^3/\text{с}, \quad (4.17)$$

получим (кДж/ч)

$$Q_{\text{ввн}} = 3,6 \cdot \alpha_{\text{в}} \cdot P \cdot l \frac{v^3}{\eta_{\text{вв}}}. \quad (4.18)$$

4.7. Тепловыделение при работе *людей* $Q_{\text{л}}$, кДж/ч

$$Q_{\text{л}} = q_{\text{л}} \cdot n_{\text{л}}, \quad (4.19)$$

где $q_{\text{л}}$ - количество теплоты, выделяемое работающим человеком, кДж/ч·чел $q_{\text{л}} = 1050 \div 2500$ кДж/ч·чел.; $n_{\text{л}}$ - число одновременно работающих людей в выработке.

5. Общее тепловыделение в выработку $Q_{\text{общ}}$, кДж/ч, находится суммированием всех частных выделений теплоты

$$Q_{\text{общ}} = \sum_{i=1}^n Q_i \quad (4.20)$$

Способы искусственного охлаждения шахтного воздуха

Целью искусственного охлаждения шахтного воздуха является отвод определенного («излишнего») количества теплоты от него при помощи

охлаждающего вещества. Тепло от воздуха можно отвести путем соприкосновения последнего с какой-либо холодной поверхностью или путем смешения его с газообразной струей, имеющей температуру ниже температуры воздуха.

Борьба с избыточным выделением теплоты в горные выработки ведется по нескольким направлениям:

- предохранение воздуха от нагревания при его движении к местам потребления;
- охлаждение воздуха без применения специальных холодильных машин;
- охлаждение воздуха с применением холодильных машин (кондиционирование).

Способы предупреждения нагревания шахтного воздуха включают в себя следующее:

- увеличение количества подаваемого в выработки воздуха путем повышения мощности вентиляторных установок, увеличения скорости движения воздуха, расширения сечений воздухоподающих выработок;
- замена машин с электроприводами машинами с пневматическим приводом;
- тепло- и гидроизоляция стен выработок;
- теплоизоляция и тщательное уплотнение воздухоподающих трубопроводов;
- предупреждение возникновения интенсивных окислительных процессов;
- сокращение пути движения воздуха к местам потребления путем выбора соответствующей схемы проветривания, проведения дополнительных выработок и скважин;
- подача воздуха к местам потребления по специально пройденным выработкам, где скорость движения воздуха может быть существенно увеличена;

- замена восходящего проветривания очистных выработок нисходящим проветриванием (при соблюдении соответствующих требований ПБ).

Для предотвращения нагревания воздуха без применения холодильных машин используются следующие способы:

- осушение воздуха сорбентами, т. е. веществами, способными поглощать влагу из воздуха (например, хлористым кальцием);
- охлаждение воздуха льдом;
- охлаждение воздуха жидким воздухом, при испарении которого поглощается значительное количество теплоты;
- охлаждение воздуха сжатым воздухом (например, от пневмокондиционеров);
- охлаждение воздуха водой: путем непосредственного соприкосновения охлаждающей воды с воздухом либо через поверхность труб, где воздух охлаждается в специальных теплообменниках;
- пропускание воздуха через тепловыравнивающие каналы путем подвода воздуха к стволу по горизонтальным выработкам, пройденным на глубине среднегодовой температуры.

Наиболее эффективным является искусственное охлаждение воздуха в системах кондиционирования: в компрессорных и абсорбционных холодильных установках. Холодильные установки бывают передвижные и стационарные. Передвижные установки предназначены для охлаждения воздуха в тупиковых выработках или в отдаленных очистных забоях. Стационарные установки располагаются как на земной поверхности, так и в подземных условиях.

Хладопроизводительность (холодильная мощность) отечественных шахтных холодильных агрегатов и кондиционеров составляет:

- передвижных кондиционеров ВК-230 - 230 кВт, КПШ-3 – 105 кВт, КПШ-40 - 47 кВт, КПШ-40П с пневмоприводом - 52 кВт;

- турбокомпрессионных холодильных машин ШХТМ-1300 - 1500 кВт, ХТМФ-235М-2000 - 2325 кВт, ХТМФ-248-4000 - 4650 кВт;
- поршневой холодильной машины МФ-220-1РШ - 255 кВт;
- абсорбционной холодильной машины АБХА-2500-2В – 2800 кВт.

Для стационарной работы на поверхности используются машины ХТМФ-235-2000, ХТМФ-248-4000, АБХА-2500-2В, а машины ШХТМ-1300 и МФ-220-1РШ устанавливаются на глубоких горизонтах.

Охлаждение шахтного воздуха с применением холодильных машин становится необходимым, когда общее тепловыделение в выработку $Q_{\text{общ}}$ превышает тепловыделение в нее, допускаемое Правилами безопасности, $Q_{\text{пб}}$, т. е. при условии

$$Q_{\text{общ}} > Q_{\text{пб}}.$$

Поскольку эти количества теплоты описываются формулами:

$$Q_{\text{общ}} = c_p \cdot \rho \cdot V_{\text{теп}} \cdot (t_{\text{пб}} - t_{\text{н}}) \text{ и } Q_{\text{пб}} = c_p \cdot \rho \cdot V_{\text{в}} \cdot (t_{\text{пб}} - t_{\text{н}}),$$

то критерий необходимости кондиционирования воздуха в выработке может быть записан в виде соотношения

$$V_{\text{теп}} > V_{\text{в}},$$

где $V_{\text{теп}}$ - количество воздуха, которое необходимо подать в выработку по тепловому фактору без охлаждения воздуха, м³/ч;

$$V_{\text{теп}} = \frac{Q_{\text{общ}}}{c_p \cdot \rho \cdot \Delta t}, \quad (4.21)$$

где c_p - удельная теплоемкость воздуха при постоянном давлении, кДж/(кг·К) $c_p = 0,241 \text{ ккал}/(\text{кг} \cdot \text{К}) \cdot 4,1868 \text{ кДж/ккал} = 1,009 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$; ρ - плотность воздуха, кг/м³; Δt - перепад температур между выходящим (отработанным) и входящим (свежим) воздухом, проходящим по выработке, К (°С):

для стволов $\Delta t = t_{\text{в}} - t_{\text{н}}$, для подземных выработок $\Delta t = t_{\text{п}} - t_{\text{в}}$.

При необходимости кондиционирования воздуха следует выбрать тип кондиционера, рассчитать потребное количество кондиционеров и проверить правильность их установки.

Требуемая хладопроизводительность кондиционера N_K' , кВт, находится по формуле

$$N_K' = \frac{c_h \cdot \rho \cdot V_d (t_h - t_{пб})}{3600} \quad (4.22)$$

К установке принимают кондиционер хладопроизводительностью

$$N_K \geq N_K'$$

При установке кондиционера в выработке (обычно одного) температура смеси за кондиционером $t_{см}$, °C (=K), определяется соотношением

$$t_{см} = t_{п} - 3600 \frac{N_K}{c_p \cdot \rho \cdot V_B} \quad (4.23)$$

Достаточность установки кондиционера проверяется по условию

$$t_{см} < t_B$$

Если $t_{см} > t_B$, то необходимо установить более мощный кондиционер.

Пример расчета. Исходные данные:

выработка - ствол шахты,

$$\lambda = 9,21 \text{ кДж/(м} \cdot \text{ч} \cdot \text{К)},$$

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = 38,5 \text{ м}^2,$$

$$a = \frac{\lambda}{c_{п} \cdot \rho_{п}} = 0,00477 \text{ м}^2/\text{ч},$$

$$r_3 = 3,5 \text{ м},$$

$$v = 2 \text{ м/с},$$

$$d = d_3 = 7 \text{ м},$$

$$\tau = 7 \text{ лет} = 7 \cdot 365 \cdot 24 = 61320 \text{ ч},$$

$$P = \pi \cdot d = 22 \text{ м},$$

$$t_h = 8,5 \text{ }^\circ\text{C},$$

$$l = H = 1200 \text{ м},$$

$$t_B = t_{пб} = 24 \text{ }^\circ\text{C},$$

$$\alpha = 0^\circ,$$

$$N_{потр} = 100 \text{ кВт},$$

$$H_0 = 20 \text{ м},$$

$$N_{п} = 90 \text{ кВт},$$

$$\delta = \frac{1}{\Gamma_{ст}} = 0,035 \text{ м/}^\circ\text{C},$$

$$\alpha_6 = 0,0040 \text{ кгс} \cdot \text{с}^2/\text{м}^4 = 0,0392 \text{ Па} \cdot \text{с}^2/\text{м}^2,$$

порода - песчаник,

$$N_{тр} = 100 \text{ кВт},$$

$$\rho_{п} = 2400 \text{ кг/м}^3,$$

$$n = 7 \text{ человек}.$$

$$c_{\Pi} = 0,858 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{К}),$$

Для обеспечения возможности выполнения расчета тепловыделений по приведенным выше формулам принимаем дополнительно следующие данные (параметры):

$$\beta = 0,01 \text{ кг}/(\text{м}^2\cdot\text{ч}\cdot\text{К}),$$

$$P_{\text{тр}} = 0,05,$$

$$r = 2256 \text{ кДж}/\text{кг},$$

$$q_6 = 200 \text{ кДж}/(\text{м}^2\cdot\text{ч}),$$

$$\rho = 1,25 \text{ кг}/\text{м}^3,$$

$$l_{\Pi} = 5 \text{ м},$$

$$q_{\text{ок}} = 16 \text{ кДж}/(\text{м}^2\cdot\text{ч}),$$

$$q_{\Pi} = 2000 \text{ кДж}/(\text{ч}\cdot\text{чел}),$$

$$\kappa_3 = 0,8,$$

$$\eta_{\text{в}} = \eta_{\text{у}} \cdot \eta_{\text{дв}} \cdot \eta_{\Pi} = 0,7 \cdot 0,85 \cdot 0,95 = 0,56,$$

$$\eta_{\text{дв}} = 0,95,$$

$$c_p = 1,009 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{К}).$$

Подсчитываем количества теплоты, выделяющиеся в выработку.

1. Тепловыделение при охлаждении горных пород

$$\alpha_k = 12,4 \cdot \frac{V^{0,8}}{d_3^{0,2}} = 12,4 \cdot \frac{2^{0,8}}{7^{0,2}} = 14,32, \text{ кДж}/(\text{м}^2\cdot\text{ч}\cdot\text{К});$$

$$\alpha_{\Pi} = 1,3 \cdot \beta \cdot r = 1,3 \cdot 0,001 \cdot 2256 = 29,33, \text{ кДж}/(\text{м}^2\cdot\text{ч}\cdot\text{К});$$

$$\alpha_0 = \alpha_k + \alpha_{\Pi} = 14,32 + 29,33 = 43,65, \text{ кДж}/(\text{м}^2\cdot\text{ч}\cdot\text{К});$$

$$K_{\tau} = \frac{\lambda}{1 + \frac{\lambda}{2\alpha_0 \cdot R_3}} \cdot \left[\frac{1}{2R_3} + \frac{1}{\sqrt{\pi \cdot a \cdot \tau} \left(1 + \frac{\lambda}{2\alpha_0 \cdot R_3} \right)} \right] = \frac{9,211}{1 + \frac{9,211}{2 \cdot 43,65 \cdot 3,5}} \cdot \left[\frac{1}{2 \cdot 3,5} + \frac{1}{\sqrt{\pi \cdot 0,00447 \cdot 61320} \left(1 + \frac{9,211}{2 \cdot 43,65 \cdot 3,5} \right)} \right] = 1,57, \text{ кДж}/(\text{м}^2\cdot\text{ч}\cdot\text{К});$$

$$t_{\Pi} = t_{\text{H}} + (H - H_0)\delta = 8,5 + (1200 - 20)0,035 = 50 \text{ }^{\circ}\text{C};$$

$$Q_{\text{охл}} = K_{\tau} \cdot P \cdot l(t_{\Pi} - t_{\text{в}}) = 1,57 \cdot 22 \cdot 1200(50 - 24) = 107764 \text{ кДж}/\text{ч}.$$

2. Тепловыделение при сжатии шахтного воздуха

$$V_{\Pi} = 3600 \cdot v \cdot S = 3600 \cdot 2 \cdot 38,5 = 277200 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$Q_{сж} = 0,00981 \cdot \rho \cdot V_B \cdot H = 0,00981 \cdot 1.25 \cdot 277200 \cdot 1200 = 4078998 \text{ кДж/ч.}$$

3. Тепловыделение при окислительных процессах

$$Q_{OK} = q_{OK} \cdot V^{0,8} \cdot P \cdot l = 16 \cdot 2^{0,8} \cdot 22 \cdot 1200 = 735441 \text{ кДж/ч.}$$

4. Тепловыделение от местных источников:

- при работе электродвигателей горных машин и освещения

$$Q_{ЭД} = \frac{3600 \cdot N_{потр} \cdot K_3}{\eta_{ДВ}} = \frac{3600 \cdot 100 \cdot 0,8}{0,95} = 303158 \text{ кДж/ч;}$$

- при спуске груза лебедкой

$$Q_{ЛС} = 3600 \cdot N_n \cdot K_3 = 3600 \cdot 90 \cdot 0,8 = 259200 \text{ кДж/ч;}$$

- при работе трансформатора

$$Q_{ТР} = 3600 \cdot N_{ТР} \cdot P_{ТР} = 3600 \cdot 100 \cdot 0,5 = 18000 \text{ кДж/ч;}$$

- при работе шахтных вентиляторов

$$Q_{ВЕН} = 3,6 \cdot \alpha_B \cdot P \cdot l \frac{V^3}{\eta_{ВУ}} = 3,6 \cdot 0,0392 \cdot 22 \cdot 1200 \frac{2^3}{0,565} = 52751 \text{ кДж/ч;}$$

- при затвердевании монолитной бетонной крепи

$$Q_6 = q_6 \cdot P \cdot l_ц = 200 \cdot 22 \cdot 5 = 22000 \text{ кДж/ч;}$$

- при работе людей

$$Q_L = q_L \cdot n_L = 2000 \cdot 7 = 14000 \text{ кДж/ч.}$$

5. Общее тепловыделение в ствол

$$Q_{общ} = \sum_{i=1}^n Q_i = Q_{охл} + Q_{сж} + Q_{OK} + Q_{ЭД} + Q_{ЛС} + Q_{ТР} + Q_{ВЕН} + Q_6 + Q_L = \\ 1077648 + 4078998 + 735441 + 303158 + 259200 + 18000 + 52751 + \\ 22000 + 14000 = 6561196 \text{ кДж/ч.}$$

Находим количество воздуха, необходимое для проветривания выработки по тепловому фактору без охлаждения воздуха

$$V_{мен} = \frac{Q_{общ}}{C_p \cdot \rho \cdot (t_{нб} - t_H)} = \frac{6561196}{1,009 \cdot 1,25 \cdot (24 - 8,5)} = 335611 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Проверяем условие достаточности расхода воздуха по тепловому фактору $V_{\text{теп}} < V_B$.

В рассматриваемом случае это условие не выполняется, так как

$$V_{\text{теп}} = 335611 < V_B = 277200$$

Следовательно, требуется искусственное охлаждение воздуха при помощи холодильных машин.

Определяем требуемую холодопроизводительность холодильной машины

$$N_k = \frac{c_p \cdot \rho \cdot V_B (t_{\text{п}} - t_{\text{пб}})}{3600} = \frac{1,009 \cdot 1,25 \cdot 277200 (50 - 24)}{3600} = 2525 \text{ кВт.}$$

Принимаем $N_k = 2550$ кВт. Температура смеси теплого и охлажденного воздуха за кондиционером составит

$$t_{\text{см}} = t_{\text{п}} - \frac{3600 \cdot N_k}{c_p \cdot \rho \cdot V_B} = 50 - \frac{3600 \cdot 2550}{1,009 \cdot 1,25 \cdot 277200} = 23,7^\circ$$

что удовлетворяет требованиям ПБ.

Варианты заданий

Перечень вариантов заданий к расчету тепловыделений в горные выработки приведен в табл. 4.2.

Таблица 4.2

Исходные данные для расчетов тепловыделений

	Величины	Номер варианта									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Выработка	Штрек		Уклон		Квершлаг		Бремберг		Ствол	
2	$S, \text{ м}^2$	8	10	7	6	12	14	10	12	44,2	33,2
3	$P, \text{ м}$	11,8	13,2	11,0	10,2	14,4	15,6	13,2	14,4	23,6	20,4
4	$L, \text{ м}$	900	1000	300	500	700	600	1000	900	1100	1200
5	$\alpha, ^\circ$	6	8	40	50	10	8	15	20	90	90
6	$H, \text{ м}$	800	900	600	700	1000	800	1200	1500	1100	1200

Продолжение табл. 4.2

7	$H_0, \text{ м}$	20	21	22	23	24	25	30	35	28	30
---	------------------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

8	$\Gamma_{\text{ст}}, \text{м/}^{\circ}\text{C}$	30	25	26	27	31	29	32	28	34	27
9	Порода	Бурый уголь	Каменный уголь	Каменный уголь	Каменный уголь	Песчаник	Песчаник	Каменный уголь	Каменный уголь	Глинистый и песчаный сланец	Песчаник
10	$V, \text{м/с}$	0,5	0,75	1,0	1,5	1,0	2,0	1,5	2,0	1,0	0,5
11	$\tau, \text{м/с}$	3	2	6	8	5	9	10	7	6	4
12	$t_{\text{н}}, ^{\circ}\text{C}$	8,5	2,5	3,0	2,5	7,5	8,3	7,9	4,2	8,0	7,5
13	$t_{\text{в}} = t_{\text{пб}}, ^{\circ}\text{C}$	24	23	20	25	23	25	24	26	24	23
14	$N_{\text{потр}}, \text{кВт}$	70	60	50	40	100	90	50	50	100	100
15	$N_{\text{л}}, \text{кВт}$	-	-	50	50	-	-	-	-	-	100
16	$N_{\text{тр}}, \text{кВт}$	5	10	-	-	5	5	5	5	10	10
17	$\alpha_{\text{в}}, \text{Па}\cdot\text{с}^2/\text{м}^2$	0,017	0,019	0,018	0,016	0,015	0,014	0,013	0,020	0,049	0,049
18	$n_{\text{л}}, \text{чел.}$	7	6	3	3	6	5	6	6	5	8

Контрольные вопросы

1. Охарактеризуйте климатические условия в горных выработках глубоких шахт.
2. Как осуществляется теплоотдача тела человека в окружающую среду?
3. Какой микроклимат в выработках глубоких шахт считается допустимым?
4. Перечислите виды (формы) нагревания воздуха, движущегося по горным выработкам.
5. Как выполняется тепловое кондиционирование воздуха в горных выработках?

РАСЧЕТНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4. ЦВЕТА СИГНАЛЬНЫЕ И ЗНАКИ БЕЗОПАСНОСТИ

Цель работы – привить практические навыки в применении сигнальных цветов и знаков безопасности; изучить назначение, характеристики и порядок применения сигнальных цветов и знаков безопасности.

Теоретические положения.

Для предупреждения многих несчастных случаев на производстве и в быту эффективным средством является цветовое оформление машин, приборов, помещений и рациональное применение сигнальных цветов и знаков безопасности, которые устанавливает ГОСТ Р 12.4.026–01 [1].

Различают прямое психологическое воздействие цвета на человека, вызывающее, например, чувство радости или печали, создающее впечатление легкости или тяжести какого-либо предмета, удаленности или близости его, и вторичное воздействие, связанное с ассоциациями. Например, красный, оранжевый и желтый цвета ассоциируются с огнем, солнцем, т. е. теплом. Такие цвета создают впечатление тепла и называются теплыми цветами. Белый, голубой, зеленый и некоторые другие цвета ассоциируются с холодом и называются холодными цветами.

Сигнальные цвета применяются для окраски поверхностей конструкций, приспособлений и элементов производственного оборудования, которые могут служить источником опасности для работающих.

ГОСТом установлены красный, желтый, зеленый и синий сигнальные цвета. Для усиления контраста сигнальных цветов они применяются на фоне контрастных цветов. Контрастные цвета применяются также для выполнения символов и поясняющих надписей.

Красный сигнальный цвет применяется: для запрещающих знаков; надписей и символов на знаках пожарной безопасности, обозначений отключающих устройств механизмов и машин, в том числе аварийных; внут-

ренных поверхностей открывающихся кожухов и корпусов, ограждающих движущиеся элементы механизмов и машин и их крышек; рукояток кранов аварийного сброса давления; корпусов масляных выключателей, находящихся в рабочем состоянии под напряжением, и обозначения пожарной техники.

Желтый сигнальный цвет используется: для предупреждающих знаков элементов строительных конструкций, которые могут явиться причиной получения травм (низкие балки, выступы и перепады в полости пола, малозаметные ступени, пандусы), мест, в которых существует опасность падения, сужений проездов, колонн, стоянок и опор производственного оборудования (открытые движущиеся части оборудования); кромок штампов, прессов, ограждающих конструкций площадок для работ, проводимых на высоте, и т. п. элементов внутрицехового и междцехового транспорта, подъемно-транспортного оборудования и строительно-дорожных машин, кабин и ограждений кранов, боковых поверхностей электрокаров, погрузчиков, тележек и постоянных и временных ограждений или элементов ограждений, устанавливаемых на границах опасных зон, у проемов, ям, котлованов, выносных площадок, постоянных и временных ограждений лестниц, перекрытий строящихся зданий; балконов и других мест, где возможно падение с высоты, емкостей, содержащих вещества с опасными и вредными свойствами, на которые предупреждающую окраску наносят в виде полосы шириной 50–100 мм в зависимости от размещения емкости; границ подходов к эвакуационным или запасным выходам.

Зеленый сигнальный цвет применяется для предписывающих знаков дверей и светового табло эвакуационных или запасных выходов, сигнальных ламп.

Синий сигнальный цвет используется для указательных знаков. Символ на знаках безопасности – это простое, всем понятное изображение характера опасности, мер предосторожности, инструктивных указаний или информации по безопасности. Знаки должны быть установлены в местах, пребывание в которых

связано с возможной опасностью для работающих, а также на производственном оборудовании, являющемся источником такой опасности. Знаки безопасности, устанавливаемые на воротах и входных дверях помещений, обозначают, что зона их действия – все помещение. При необходимости ограничения зоны действия знака приводятся соответствующие указания с вышеуказанным ГОСТом. Они контрастно выделяются на окружающем их фоне и находятся в поле зрения людей, для которых предназначены. На местах и участках, являющихся временно опасными, устанавливаются переносные знаки и временные ограждения, окрашенные в сигнальный цвет. Всего предусмотрено четыре группы знаков безопасности:

- 1 запрещающий (в виде круга);
- 2 предупреждающий (в виде треугольника);
- 3 предписывающий (в виде квадрата);
- 4 указательный (в виде вертикального прямоугольника).

Для более полного усвоения формы символов на знаках и мест их установки следует дополнительно изучить раздел 3 ГОСТ Р 12.4.026-01 [1]. Для этого ниже дается необходимая выдержка из данного ГОСТа.

Стандарт не распространяется:

- на цвета, применяемые для световой сигнализации всех видов транспорта, транспортных средств и дорожного движения;
- цвета, знаки и маркировочные щитки баллонов, трубопроводов, емкостей для хранения и транспортирования газов и жидкостей;
- дорожные знаки и разметку, путевые и сигнальные знаки железных дорог, знаки для обеспечения безопасности движения всех видов транспорта (кроме знаков безопасности для подъемно-транспортных механизмов, внутризаводского, пассажирского и общественного транспорта);
- знаки и маркировку опасных грузов, грузовых единиц, требующих специальных условий транспортирования и хранения;
- знаки для электротехники.

Назначение сигнальных цветов, знаков безопасности и сигнальной разметки состоит в обеспечении однозначного понимания определенных требований, касающихся безопасности, сохранения жизни и здоровья людей, снижения материального ущерба без применения слов или с их минимальным количеством.

Сигнальные цвета, знаки безопасности и сигнальную разметку следует применять для привлечения внимания людей, находящихся на производственных, общественных объектах и в иных местах, к опасности, опасной ситуации, предостережения в целях избегания опасности, сообщения о возможном исходе в случае пренебрежения опасностью, предписания или требования определенных действий, а также для сообщения необходимой информации.

Применение сигнальных цветов, знаков безопасности и сигнальной разметки на производственных, общественных объектах и в иных местах не заменяет необходимости проведения организационных и технических мероприятий по обеспечению условий безопасности, использования средств индивидуальной и коллективной защиты, обучения и инструктажа по технике безопасности.

Размещение (установку) знаков безопасности на оборудовании, машинах, механизмах должна проводить организация-изготовитель. При необходимости дополнительное размещение (установку) знаков безопасности на оборудовании, машинах, механизмах, находящихся в эксплуатации, проводит эксплуатирующая их организация.

Графические символы и поясняющие надписи на знаках безопасности отраслевого назначения, не предусмотренные настоящим стандартом, необходимо устанавливать в отраслевых стандартах, нормах, правилах с соблюдением требований настоящего стандарта.

Назначение и правила применения сигнальных цветов.

Стандарт устанавливает следующие сигнальные цвета: красный, желтый, зеленый, синий. Для усиления зрительного восприятия цветографических изображений знаков безопасности и сигнальной разметки сигнальные цвета следует применять в сочетании с контрастными цветами – белым или черным. Контрастные цвета необходимо использовать для выполнения графических символов и поясняющих надписей.

Сигнальные цвета необходимо применять:

- для обозначения поверхностей, конструкций (или элементов конструкций), приспособлений, узлов и элементов оборудования, машин, механизмов и т. п., которые могут служить источниками опасности для людей, поверхности ограждений и других защитных устройств, систем блокировок и т. п.;
- обозначения пожарной техники, средств противопожарной защиты, их элементов;
- знаков безопасности, сигнальной разметки, планов эвакуации и других визуальных средств обеспечения безопасности;
- светящихся (световых) средств безопасности (сигнальные лампы, табло и др.);
- обозначения пути эвакуации.

Смысловое значение, область применения сигнальных цветов и соответствующие им контрастные цвета установлены в табл. 5.0.

Красный сигнальный цвет следует применять:

- для обозначения отключающих устройств механизмов и машин, в том числе аварийных;
- внутренних поверхностей крышек (дверец) шкафов с открытыми токоведущими элементами оборудования, машин, механизмов и т. п. (если оборудование, машины, механизмы имеют красный цвет, то внутренние поверхности крышек (дверец) должны быть окрашены лакокрасочными материалами желтого сигнального цвета);

- рукояток кранов аварийного сброса давления;
- корпусов масляных выключателей, находящихся в рабочем состоянии под напряжением;
- обозначения различных видов пожарной техники, средств противопожарной защиты, их элементов, требующих оперативного опознавания (пожарные машины, наземные части гидрант-колонок, огнетушители, баллоны, устройства ручного пуска систем (установок) пожарной автоматики, средств оповещения, телефоны прямой связи с пожарной охраной, насосы, пожарные стенды, бочки для воды, ящики для песка, а также ведра, лопаты, топоры и т. п.);
- окантовки пожарных щитов белого цвета для крепления пожарного инструмента и огнетушителей. Ширина окантовки – 30–100 мм (допускается выполнять окантовку пожарных щитов в виде чередующихся наклонных под углом 45–60° полос красного сигнального и белого контрастного цветов);
- орнаментовки элементов строительных конструкций (стены, колонны) в виде отрезка горизонтально расположенной полосы для обозначения мест нахождения огнетушителя, установки пожаротушения с ручным пуском, кнопки пожарной сигнализации и т. п. Ширина полос – 150–300 мм. Полосы должны располагаться в верхней части стен и колонн на высоте, удобной для зрительного восприятия с рабочих мест, проходов и т. п. В состав орнаментовки, как правило, следует включать знак пожарной безопасности с соответствующим графическим символом средства противопожарной защиты;
- сигнальных ламп и табло с информацией, извещающей о нарушении технологического процесса или нарушении условий безопасности:
 - «Тревога», «Неисправность» и др.;
- обозначения захватных устройств промышленных установок и промышленных роботов;

Таблица 5.0

**Смысловое значение, область применения сигнальных цветов и
соответствующие им контрастные цвета**

Сигнальный цвет	Смысловое значение	Область применения	Контрастный цвет
Красный	Непосредственная опасность Аварийная или опасная ситуация Пожарная техника, средства противопо- ж. защиты, их элементы	Запрещение опасного поведения или действия. Обозначение непо- средственной опасности Сообщение об аварийном отключении или аварийном состоянии оборудования (технологического процесса) Обозначение и определение мест нахождения пожарной техники, средств противопожарной защиты, их элементов	Белый
Желтый	Возможная опас- ность	Обозначение возможной опасно- сти, опасной ситуации. Преду- преждение о возможной опасно- сти	Черный
Зеленый	Безопасность, безопасные усло- вия	Сообщение о нормальной работе оборудования, нормальном со- стоянии технологического про- цесса	Белый
	Помощь, спасение	Обозначение пути эвакуации, аптек, кабинетов, средств по оказанию первой медицинской помощи	
Синий	Предписание во избежание опасно- сти	Требование обязательных дейст- вий в целях обеспечения безо- пасности	Белый
	Указание	Разрешение определенных дей- ствий	

- обозначения временных ограждений или элементов временных ограждений, устанавливаемых на границах опасных зон, участков, терри- торий,

ям, котлованов, временных ограждений мест химического, бактериологического и радиационного загрязнения, а также ограждений других мест, зон, участков, вход на которые временно запрещен.

Поверхность временных ограждений должна быть целиком окрашена красным сигнальным цветом или иметь чередующиеся наклонные под углом 45–60° полосы красного сигнального и белого контрастного цветов. Ширина полос – 20–300 мм при соотношении ширины полос красного и белого цветов от 1:1 до 1,5:1,0;

- запрещающих знаков безопасности и знаков пожарной безопасности.

Не допускается использовать красный сигнальный цвет:

- для обозначения стационарно устанавливаемых средств противопожарной защиты (их элементов), не требующих оперативного опознавания (пожарные извещатели, пожарные трубопроводы, оросители установок пожаротушения и т. п.);

- на пути эвакуации во избежание путаницы и замешательства (кроме запрещающих знаков безопасности и знаков пожарной безопасности).

Желтый сигнальный цвет следует применять:

- а) для обозначения элементов строительных и иных конструкций, которые могут явиться причиной получения травм работающими: низких балок, выступов и перепадов в плоскости пола, малозаметных ступеней, пандусов, мест, в которых существует опасность падения (кромки погрузочных платформ, грузовых поддонов, неогражденных площадок, люков, проемов и т. д.), сужений проездов, малозаметных распорок, узлов, колонн, стоек и опор в местах интенсивного движения внутризаводского транспорта и т. д.;

- б) обозначения узлов и элементов оборудования, машин и механизмов, неосторожное обращение с которыми представляет опасность для людей: открытых движущихся узлов, кромок оградительных устройств, не полностью закрывающих движущиеся элементы (шлифовальные круги, фрезы, зубчатые

колеса, приводные ремни, цепи и т. п.), ограждающих конструкций площадок для работ, проводимых на высоте, а также постоянно подвешенных к потолку или стенам технологической арматуры и механизмов, выступающих в рабочее пространство;

в) обозначения опасных при эксплуатации элементов транспортных средств, подъемно-транспортного оборудования и строительно-дорожных машин, площадок грузоподъемников, бамперов и боковых поверхностей электрокаров, погрузчиков, тележек, поворотных платформ и боковых поверхностей стрел экскаваторов, захватов и площадок автопогрузчиков, рабочих органов сельскохозяйственных машин, элементов грузоподъемных кранов, обойм грузовых крюков и др.;

г) подвижных монтажных устройств, их элементов и элементов грузозахватных приспособлений, подвижных частей кантователей, траверс, подъемников, подвижных частей монтажных вышек и лестниц;

д) внутренних поверхностей крышек, дверей, кожухов и других ограждений, закрывающих места расположения движущихся узлов и элементов оборудования, машин, механизмов, требующих периодического доступа для контроля, ремонта, регулировки и т. п.

Если указанные узлы и элементы закрыты съемными ограждениями, то окрашиванию лакокрасочными материалами желтого сигнального цвета подлежат сами движущиеся узлы, элементы и (или) поверхности смежных с ними неподвижных деталей, закрываемые ограждениями;

е) постоянных ограждений или элементов ограждений, устанавливаемых на границах опасных зон, участков, территорий: у проемов, ям, котлованов, выносных площадок, постоянных ограждений лестниц, балконов, перекрытий и других мест, в которых возможно падение с высоты.

Поверхность ограждения должна быть целиком окрашена лакокрасочными материалами желтого сигнального цвета или иметь чередующиеся наклонные под углом 45–60° полосы желтого сигнального и черного контрастного цветов.

Ширина полос – 20–300 мм при соотношении ширины полос желтого и черного цвета от 1:1 до 1,5:1,0;

ж) обозначения емкостей и технологического оборудования, содержащих опасные или вредные вещества.

Поверхность емкости должна быть целиком окрашена лакокрасочными материалами желтого сигнального цвета или иметь чередующиеся наклонные под углом 45–60° полосы желтого сигнального и черного контрастного цветов.

Ширина полос – 50–300 мм в зависимости от размера емкости при соотношении ширины полос желтого и черного цвета от 1:1 до 1,5:1,0;

з) обозначения площадей, которые должны быть всегда свободными на случай эвакуации (площадки у эвакуационных выходов и подходы к ним, возле мест подачи пожарной тревоги, возле мест подхода к средствам противопожарной защиты, средствам оповещения, пунктам оказания первой медицинской помощи, пожарным лестницам и др.).

Границы этих площадей должны быть обозначены сплошными линиями желтого сигнального цвета, а сами площади – чередующимися наклонными под углом 45–60° полосами желтого сигнального и черного контрастного цветов. Ширина линий и полос – 50 – 100 мм;

и) предупреждающих знаков безопасности.

На поверхность объектов и элементов, перечисленных в а) и в), допускается наносить чередующиеся наклонные под углом 45–60° полосы желтого сигнального и черного контрастного цветов. Ширина полос – 50– 300 мм в зависимости от размера объекта и расстояния, с которого должно быть видно предупреждение.

Если оборудование, машины и механизмы окрашены лакокрасочными материалами желтого сигнального цвета, то перечисления б) и д), их узлы и элементы должны быть обозначены чередующимися наклонными под углом 45–60° полосами желтого сигнального и черного контрастного цветов. Ширина полос – 20–300 мм в зависимости от размера узла (элемента) оборудования при

соотношении ширины полос желтого и черного цветов от 1:1 до 1,5:1,0.

Для строительно-дорожных машин и подъемно-транспортного оборудования, которые могут находиться на проезжей части, допускается применять предупреждающую окраску в виде чередующихся красных и белых полос.

Синий сигнальный цвет следует применять:

- для окрашивания светящихся (световых) сигнальных индикаторов и других сигнальных устройств указательного или разрешающего назначения;
- предписывающих и указательных знаков безопасности.

Зеленый сигнальный цвет следует применять:

- для обозначения безопасности (безопасных мест, зон безопасного состояния);
- сигнальных ламп, извещающих о нормальном режиме работы оборудования, нормальном состоянии технологических процессов и т. п.;
- обозначения пути эвакуации;
- эвакуационных знаков безопасности и знаков безопасности медицинского и санитарного назначения.

Характеристики сигнальных и контрастных цветов.

Знаки безопасности следует размещать (устанавливать) в поле зрения людей, для которых они предназначены.

Знаки безопасности должны быть расположены таким образом, чтобы они были хорошо видны, не отвлекали внимания и не создавали неудобств при выполнении людьми своей профессиональной или иной деятельности, не загромождали проход, проезд, не препятствовали перемещению грузов.

Знаки безопасности, размещенные на воротах и на (над) входных(ми) дверях(ми) помещений, означают, что зона действия этих знаков распространяется на всю территорию и площадь за воротами и дверями.

Размещение знаков безопасности на воротах и дверях следует выполнять таким образом, чтобы зрительное восприятие знака не зависело от положения

ворот или дверей (открыто, закрыто). Эвакуационные знаки безопасности Е 22 «Выход» и Е 23 «Запасный выход» должны размещаться только над дверями, ведущими к выходу.

Знаки безопасности, установленные у въезда (входа) на объект (участок), означают, что их действие распространяется на объект (участок) в целом.

При необходимости ограничить зону действия знака безопасности соответствующее указание следует приводить в поясняющей надписи на дополнительном знаке.

Знаки безопасности, изготовленные на основе несветящихся материалов, следует применять в условиях хорошего и достаточного освещения.

Знаки безопасности с внешним или внутренним освещением следует применять в условиях отсутствия или недостаточного освещения.

Световозвращающие знаки безопасности следует размещать (устанавливать) в местах, где отсутствует освещение или имеется низкий уровень фоновое освещение (менее 20 лк по СНиП 23-05-95): при проведении работ с использованием индивидуальных источников света, фонарей (например, в туннелях, шахтах и т. п.), а также для обеспечения безопасности при проведении работ на дорогах, автомобильных трассах, в аэропортах и т. п.

Фотолюминесцентные знаки безопасности следует применять там, где возможно аварийное отключение источников света, а также в качестве элементов фотолюминесцентных эвакуационных систем для обеспечения самостоятельного выхода людей из опасных зон в случае возникновения аварий, пожара или других чрезвычайных ситуаций.

Для возбуждения фотолюминесцентного свечения знаков безопасности необходимо наличие в помещении, где они установлены, искусственного или естественного освещения.

Освещенность поверхности фотолюминесцентных знаков безопасности источниками света должна быть не менее 25 лк.

Основные и дополнительные знаки безопасности.

Основные знаки безопасности необходимо разделять на следующие группы: запрещающие знаки; предупреждающие знаки; знаки пожарной безопасности; предписывающие знаки; эвакуационные знаки и знаки медицинского и санитарного назначения; указательные знаки.

Геометрическая форма, сигнальный цвет, смысловое значение основных знаков безопасности должны соответствовать приведенным в табл. 5.1

Таблица 5.1

Геометрическая форма, сигнальный цвет, смысловое значение основных знаков безопасности

Группа	Геометрическая форма <*>	Сигнальный цвет	Смысловое значение
Запрещающие знаки	Круг с поперечной полосой	Красный	Запрещение опасного поведения или действия
Предупреждающие знаки	Треугольник	Желтый	Предупреждение о возможной опасности. Осторожность. Внимание
Предписывающие знаки	Круг	Синий	Предписание обязательных действий во избежание опасности
Знаки пожарной безопасности <***>	Квадрат или прямоугольник	Красный	Обозначение и указание мест нахождения средств противопожарной защиты, их элементов
Эвакуационные знаки и знаки медицинского и санитарного назначения	Квадрат или прямоугольник	Зеленый	Обозначение направления движения при эвакуации. Спасение, первая помощь при авариях или пожарах. Надпись, информация для обеспечения безопасности
Указательные знаки	Квадрат или прямоугольник	Синий	Разрешение. Указание. Надпись или информация

Примечание: <*> Рисунки не приводятся. <***> К знакам пожарной безопасности относят также:

- запрещающие знаки: Р 01 «Запрещается курить», Р 02 «Запрещается пользоваться открытым огнем», Р 04 «Запрещается тушить водой», Р 12 «Запрещается загромождать проходы (или) складировать» (табл. 5.2);

- предупреждающие знаки: W 01 «Пожароопасно. Легковоспламеняющиеся вещества», W 02 «Взрывоопасно», W 11

Запрещающие знаки

Код знака	Цветовое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
Р 01		Запрещается курить	Использовать, когда курение может стать причиной пожара. На дверях и стенах помещений, участках, где имеются горючие и легковоспламеняющиеся вещества, или в помещениях, где курить запрещается
Р 02		Запрещается пользоваться открытым огнем и курить	Использовать, когда открытый огонь и курение могут стать причиной пожара. На входных дверях, стенах помещений, участках, рабочих местах, емкостях, производственной таре
Р 03		Проход запрещен	У входа в опасные зоны, помещения, участки и др.
Р 04		Запрещается тушить водой	В местах расположения электрооборудования, складах и других местах, где нельзя применять воду при тушении горения или пожара
Р 05		Запрещается использовать в качестве питьевой воды	На техническом водопроводе и емкостях с технической водой, непригодной для питья и бытовых нужд
Р 06		Доступ постоянным запрещен	На дверях помещений, у входа на объекты, участки и т. п. для обозначения запрета на вход (проход) в опасные зоны или для обозначения служебного входа (прохода)

Продолжение таблицы 5.2

Код знака	Цветовое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
Р 07		Запрещается движение средств напольного транспорта	В местах, где запрещается применять средства напольного транспорта (например, погрузчики или напольные транспортеры)
Р 08		Запрещается прикасаться. Опасно	На оборудовании (узлах оборудования), дверцах, щитах или других поверхностях, прикосновение к которым опасно
Р 09		Запрещается прикасаться. Корпус под напряжением	На поверхности корпусов, щитов и т. п., где есть возможность поражения электрическим током
Р 10		Не включать!	На пультах управления и включения оборудования или механизмов при ремонтных и пусконаладочных работах
Р 11		Запрещается работа (присутствие) людей со стимуляторами сердечной деятельности	В местах и на оборудовании, где запрещено работать или находиться людям с вживленными стимуляторами сердечной деятельности
Р 12		Запрещается загромождать проходы и (или) складировать	На пути эвакуации, у выходов, в местах размещения средств противопожарной защиты, аптечек первой медицинской помощи и других местах
Р 13		Запрещается подъем (спуск) людей по шахтному стволу (запрещается транспортировка пассажиров)	На дверях грузовых лифтов и других подъемных механизмов

Продолжение табл. 5.2

Код знака	Цветовое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
Р 14		Запрещается вход (проход) с животными	На воротах и дверях зданий, сооружений, помещений, объектов, территорий и т. п., где не должны находиться животные, где запрещен вход (проход) вместе с животными
Р 16		Запрещается работа (присутствие) людей, имеющих металлические имплантаты	На местах, участках и оборудовании, где запрещено работать или находиться людям с вживленными металлическими имплантатами
Р 17		Запрещается разбрызгивать воду	На местах и участках, где запрещено разбрызгивать воду
Р 18		Запрещается пользоваться мобильным (сотовым) телефоном или переносной рацией	На дверях помещений, у входа на объекты, где запрещено пользоваться средствами связи, имеющими собственные радиочастотные электромагнитные поля
Р 21		Запрещение (прочие опасности или опасные действия)	Применять для обозначения опасности, не предусмотренной настоящим стандартом. Знак необходимо использовать вместе с поясняющей надписью или с дополнительным знаком безопасности с поясняющей надписью
Р 27		Запрещается иметь при (на) себе металлические предметы (часы и т. п.)	При входе на объекты, на рабочих местах, оборудовании, приборах и т. п. Область применения знака может быть расширена
Р 30		Запрещается принимать пищу	На местах и участках работ с вредными для здоровья веществами, а также в местах, где прием пищи запрещен. Область применения знака может быть расширена

Код знака	Цветовое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
Р 32		Запрещается подходить к элементам оборудования с маховыми движениями большой амплитуды	На оборудовании и рабочих местах по обслуживанию оборудования с элементами, выполняющими маховые движения большой амплитуды
Р 33		Запрещается брать руками. Сыпучая масса (непрочная упаковка)	На производственной таре, в складах и иных местах, где используют сыпучие материалы
Р 34		Запрещается пользоваться лифтом для подъема (спуска) людей	На дверях грузовых лифтов и других подъемных механизмах. Знак входит в состав группового знака безопасности «При пожаре лифтом не пользоваться, выходить по лестнице»

Таблица 5.3

Предупреждающие знаки

Код знака	Цветовое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
W 01		Пожароопасно. Легковоспламеняющиеся вещества	Использовать для привлечения внимания к помещениям с легковоспламеняющимися веществами. На входных дверях, дверцах шкафов, емкостях и т. д.

Продолжение табл.5.3

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
W 02		Взрывоопасно	Использовать для привлечения внимания к взрыво- опасным веществам, а так- же к помещениям и участ- кам. На входных дверях, стенах помещений, дверцах шкафов и т. д.
W 03		Опасно. Ядовитые ве- щества	В местах хранения, выделения, производства и применения ядовитых веществ
W 04		Опасно. Едкие и корро- зионные вещества	В местах хранения, выде- ления, производства и применения едких и корро- зионных веществ
W 05		Опасно. Радиоактивные вещества или ионизи- рующее излучение	На дверях помещений, дверцах шкафов и в других местах, где находятся и применяются радиоактивные вещества или имеется ионизирующее излучение. Допускается применять знак радиационной опасно- сти по ГОСТ 17925
W 06		Опасно. Возможно падение груза	Вблизи опасных зон, где используется подъемно-транспортное оборудование
W 07		Внимание. Автопогруз- чик	В помещениях и на участках, где проводятся погрузочно-разгрузочные работы

Код знака	Цветовое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
W 08		Опасность поражения электрическим током	На опорах линий электропередачи, электрооборудовании и приборах, дверцах силовых щитков, на электротехнических панелях и шкафах, а также на ограждениях токоведущих частей оборудования, механизмов, приборов
W 09		Внимание. Опасность (прочие опасности)	Применять для привлечения внимания к прочим видам опасности, не обозначенной настоящим стандартом. Знак необходимо использовать вместе с дополнительным знаком безопасности с поясняющей надписью
W 10		Опасно. Лазерное излучение	На дверях помещений, оборудовании, приборах и в других местах, где имеется лазерное излучение
W 11		Пожароопасно. Окислитель	На дверях помещений, дверцах шкафов для привлечения внимания на наличие окислителя

Продолжение табл. 5.3

Код знака	Цветовое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
W 12		Внимание. Электромагнитное поле	На дверях помещений, оборудовании, приборах и в других местах, где действуют электромагнитные поля
W 13		Внимание. Магнитное поле	На дверях помещений, оборудовании, приборах и в других местах, где действуют магнитные поля
W 14		Осторожно. Мало- заметное препятствие	В местах, где имеются мало- заметные препятствия, о которые можно споткнуться
W 15		Осторожно. Возможность падения с высоты	Перед входом на опасные участки и в местах, где возможно падение с высоты
W 16		Осторожно. Биологическая опасность (инфекционные вещества)	В местах хранения, производства или применения вредных для здоровья биологических веществ
W 17		Осторожно. Холод	На дверцах холодильников и морозильных камер, компрессорных агрегатах и других холодильных аппаратах
W 18		Осторожно. Вредные для здоровья аллергические (раздражающие) вещества	В местах хранения, произ- водства или применения вредных для здоровья аллергических (раздражающих) веществ

Продолжение табл. 5.3

Код знака	Цветовое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
W 19		Газовый баллон	На газовых баллонах, складах и участках хранения и применения сжатых или сжиженных газов. Цвет баллона черный или белый, выбирается по ГОСТ 19433
W 20		Осторожно. Аккумуляторные батареи	В помещениях и на участках изготовления, хранения и применения аккумуляторных батарей
W 22		Осторожно. Режущие валы	На участках работ и оборудовании, имеющем незащищенные режущие валы
W 23		Внимание. Опасность зажима	На дверцах турникетов и шлагбаумах
W 24		Осторожно. Возможно опрокидывание	На дорогах, рампах, складах, участках, где возможно опрокидывание внутризаводского транспорта
W 25		Внимание. Автоматическое включение (запуск) оборудования	На рабочих местах, оборудовании или отдельных узлах оборудования с автоматическим включением
W 26		Осторожно. Горячая поверхность	На рабочих местах и оборудовании, имеющем нагретые поверхности

Код знака	Цветовое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
W 27		Осторожно. Возможно травмирование рук	На оборудовании, узлах оборудования, крышках и дверцах, где возможно получить травму рук
W 28		Осторожно. Скользко	На территории и участках, где имеются скользкие места
29		Осторожно. Возможно затягивание между вращающимися элементами	На рабочих местах и оборудовании, имеющем вращающиеся элементы, например на валковых мельницах
W 30		Осторожно. Сужение проезда (прохода)	На территориях, участках, в цехах и складах, где имеются сужения прохода (проезда) или присутствуют выступающие конструкции, затрудняющие проход (проезд)

Таблица 5.4

Предписывающие знаки

Код знака	Цветовое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
М 01		Работать в защитных очках	На рабочих местах и участках, где требуется защита органов зрения

Продолжение табл. 5.4

Код знака	Цветовое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
М 02		Работать в защитной каске (шлеме)	На рабочих местах и участках, где требуется защита головы
М 03		Работать в защитных наушниках	На рабочих местах и участках с повышенным уровнем шума
М 04		Работать в средствах индивидуальной защиты органов дыхания	На рабочих местах и участках, где требуется защита органов дыхания
М 05		Работать в защитной обуви	На рабочих местах и участках, где необходимо применять средства индивидуальной защиты
М 06		Работать в защитных перчатках	На рабочих местах и участках работ, где требуется защита рук от воздействия вредных или агрессивных сред, защита от возможного поражения электрическим током
М07		Работать в защитной одежде	На рабочих местах и участках, где необходимо применять средства индивидуальной защиты
М 08		Работать в защитном щитке	На рабочих местах и участках, где необходима защита лица и органов зрения

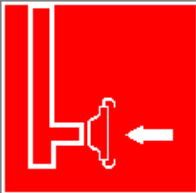
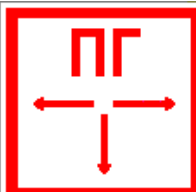
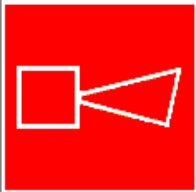
Продолжение табл. 5.4

Код знака	Цветовое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
М 09		Работать в предохранительном (страховочном) поясе	На рабочих местах и участках, где для безопасной работы требуется применение предохранительных (страховочных) поясов
М 10		Проход здесь	На территориях и участках, где разрешается проход
М 11		Общий предписывающий знак (прочие предписания)	Для предписаний, не обозначенных настоящим стандартом. Знак необходимо применять вместе с поясняющей надписью на дополнительном знаке безопасности
М 12		Переходить по надземному переходу	На участках и территориях, где установлены надземные переходы
М 13		Отключить штепсельную вилку	На рабочих местах и оборудовании, где требуется отключение от электросети при наладке или остановке электрооборудования и в других случаях
М 14		Отключить перед работой	На рабочих местах и оборудовании при проведении ремонтных или пусконаладочных работ
М 15		Курить здесь	Используется для обозначения места курения на производственных объектах

Знаки пожарной безопасности

Код знака	Цветовое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
F 01-01		Направляющая стрелка	Использовать только вместе с другими знаками пожарной безопасности для указания направления движения к месту нахождения (размещения) средства противопожарной защиты
F 01-02		Направляющая стрелка под углом 45°	Использовать только вместе с другими знаками пожарной безопасности для указания направления движения к месту нахождения (размещения) средства противопожарной защиты
F 02		Пожарный кран	В местах нахождения комплекта пожарного крана с пожарным рукавом и стволом
F 03		Пожарная лестница	В местах нахождения пожарной лестницы
F 04		Огнетушитель	В местах размещения огнетушителя
F 05		Телефон для использования при пожаре	В местах размещения телефона, по которому можно вызвать пожарную охрану

Продолжение табл. 5.5

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
F 06		Место размещения нескольких средств противопожарной защиты	В местах одновременного нахождения (размещения) нескольких средств противопожарной защиты
F 07		Пожарный водосточник	В местах нахождения пожарного водоема или пирса для пожарных машин
F 08		Пожарный сухотрубный стояк	В местах нахождения пожарного сухотрубного стояка
F 09		Пожарный гидрант	У мест нахождения подземных пожарных гидрантов. На знаке должны быть цифры, обозначающие расстояние от знака до гидранта в метрах
F 10		Кнопка включения установок (систем) пожарной автоматики	В местах ручного пуска установок пожарной сигнализации, пожаротушения и (или) систем противоподной защиты. В местах (пунктах) подачи сигнала пожарной тревоги
F 11		Звуковой оповещатель пожарной тревоги	В местах нахождения звукового оповещателя или совместно со знаком F 10 «Кнопка включения установок (систем) пожарной автоматики»

К знакам пожарной безопасности относят также:

- запрещающие знаки: Р 01 «Запрещается курить», Р 02 «Запрещается пользоваться открытым огнем», Р 04 «Запрещается тушить водой», Р 12 «Запрещается загромождать проходы и (или) складировать»;
- предупреждающие знаки: W 01 «Пожароопасно. Легковоспламеняющиеся вещества», W 02 «Взрывоопасно», W 11 «Пожароопасно. Окислитель»;
- эвакуационные знаки;

Таблица 5.6

Эвакуационные знаки

Код знака	Цветовое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
Е 01-01		Выход здесь (левосторонний)	Над дверями (или на дверях) эвакуационных выходов, открывающихся с левой стороны. На стенах помещений вместе с направляющей стрелкой для указания направления движения к эвакуационному выходу
Е 01-02		Выход здесь (правосторонний)	Над дверями (или на дверях) эвакуационных выходов, открывающихся с правой стороны. На стенах помещений вместе с направляющей стрелкой для указания направления движения к эвакуационному выходу
Е 02-01		Направляющая стрелка	Использовать только вместе с другими эвакуационными знаками для указания направления движения

Продолжение табл.5.6

Код знака	Цветовое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
Е 02-02		Направляющая стрелка под углом 45°	Использовать только вместе с другими эвакуационными знаками для указания направления движения
Е 03		Направление к эвакуационному выходу на- право	На стенах помещений для указания направления движения к эвакуационному выходу
Е 04		Направление к эвакуационному выходу налево	На стенах помещений для указания направления движения к эвакуационному выходу
Е 05		Направление к эвакуационному выходу направо вверх	На стенах помещений для указания направления движения к эвакуационному выходу по наклонной плоскости
Е 06		Направление к эвакуационному выходу нале- во вверх	На стенах помещений для указания направления движения к эвакуационному выходу по наклонной плоскости
Е 07		Направление к эвакуационному выходу на- право вниз	На стенах помещений для указания направления движения к эвакуационному выходу по наклонной плоскости
Е 08		Направление к эвакуационному выходу налево вниз	На стенах помещений для указания направления движения к эвакуационному выходу по наклонной плоскости
Е 09		Указатель двери эвакуационного выхода	Над дверями эвакуационных выходов

Код знака	Цветовое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
Е 10		Указатель двери эвакуационного выхода (левосторонний)	Над дверями эвакуационных выходов
Е 11		Направление к эвакуационному выходу прямо	Над проходами, проемами, в помещениях большой площади. Размещается на верхнем уровне или подвешивается к потолку
Е 12		Направление к эвакуационному выходу прямо	Над проходами, проемами, в помещениях большой площади. Размещается на верхнем уровне или подвешивается к потолку
Е 13		Направление к эвакуационному выходу по лестнице вниз	На лестничных площадках и стенах, прилегающих к лестничному маршу
Е 14		Направление к эвакуационному выходу по лестнице вниз	На лестничных площадках и стенах, прилегающих к лестничному маршу
Е 15		Направление к эвакуационному выходу по лестнице вверх	На лестничных площадках и стенах, прилегающих к лестничному маршу
Е 16		Направление к эвакуационному выходу по лестнице вверх	На лестничных площадках и стенах, прилегающих к лестничному маршу
Е 17		Для доступа вскрыть здесь	На дверях, стенах помещений и в других местах, где для доступа в помещение или выхода необходимо вскрыть определенную конструкцию, например разбить стеклянную панель

Продолжение табл. 5.6.

Код знака	Цветовое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
Е 18		Открывать движением от себя	На дверях помещений для указания направления от- крывания дверей
Е 19		Открывать движением на себя	На дверях помещений для указания направления от- крывания дверей
Е 20		Для открывания сдви- нуть	На дверях помещений для обозначения действий по открыванию сдвижных две- рей
Е 21		Пункт (место) сбора	На дверях, стенах помеще- ний и в других местах для обозначения заранее преду- смотренных пунктов (мест) сбора людей в случае воз- никновения пожара, аварии или другой чрезвычайной ситуации
Е 22		Указатель выхода	Над дверями эвакуацион- ного выхода или в составе комбинированных знаков безопасности для указания направления движения к эвакуационному выходу
Е 23		Указатель запасного выхода	Над дверями запасного выхода

Эвакуационные знаки следует устанавливать в положениях, соответствующих направлению движения к эвакуационному выходу.

Изображение графического символа фигуры человека в дверном проеме на эвакуационных знаках Е 01-01 и Е 01-02 смыслового значения

«Выход здесь» должно совпадать с направлением движения к эвакуационному выходу».

Таблица 5.7

Знаки медицинского и санитарного назначения

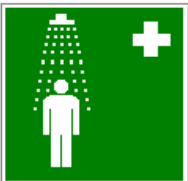
Код знака	Цветовое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
ЕС 01		Аптечка первой медицинской помощи	На стенах, дверях помещений для обозначения мест размещения аптечек первой медицинской помощи
ЕС 02		Средства выноса (эвакуации) пораженных	На дверях и стенах помещений в местах размещения средств выноса (эвакуации) пораженных
ЕС 03		Пункт приема гигиенических процедур (душевые)	На дверях и стенах помещений в местах расположения душевых и т. п.
ЕС 04		Пункт обработки глаз	На дверях и стенах помещений в местах расположения пункта обработки глаз
ЕС 05		Медицинский кабинет	На дверях медицинских кабинетов
ЕС 06		Телефон связи с медицинским пунктом (скорой медицинской помощью)	В местах установки телефонов

Таблица 5.8.

Указательные знаки

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
D 01		Пункт(место) приема пищи	На дверях комнат приема пищи, буфетах, столовых, бытовых помещениях и в других местах, где разрешается прием пищи
D 02		Питьевая вода	На дверях бытовых помещений и в местах расположения кранов с водой, пригодной для питья и бытовых нужд (туалеты, душевые, пункты приема пищи и т. д.)
D 03		Место курения	Используется для обозначения места курения на общественных объектах

Порядок выполнения работы

1. Изучить выдержку из ГОСТ Р 12.4.026–01.

2. Проверить усвоение материала, ответив на контрольные вопросы:

В какой цвет окрашено поле предупреждающего знака?

Какой размер имеет сторона треугольника предупреждающего знака № 4, наносимого на тару и оборудование?

Какой цвет имеет символическое изображение на запрещающем знаке?

Какую форму имеет предписывающий знак?

Какую форму имеет запрещающий знак?

Расстояние от наблюдателя до знака составляет 45 м. Какой размер должен иметь внешний диаметр круга запрещающего знака, мм?

Какой цвет имеют символические изображения или поясняющие надписи, наносимые на указательные знаки?

Расстояние от наблюдателя до знака составляет 60 м. Какие размеры

(стороны прямоугольника) должен иметь указательный знак, мм?

Какой цвет имеет квадрат, помещенный внутри указательного знака?

Какой размер имеет внешний диаметр круга запрещающего знака № 5, наносимого на производственное оборудование и тару?

3. Составить отчет. Отчет должен включать:

- цель практической работы;
- ответы на вопросы задания;
- зарисовку формы знаков (запрещающего, предупреждающего, предписывающего, указательного) с указанием цвета поля, символов, надписей.

4. Показать отчет преподавателю.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 12.4.026–01. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение, правила применения. Общие технические требования и рекомендации. Методы испытания [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-поисковой системы «Техэксперт».

РАСЧЕТНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №6.

РАССЛЕДОВАНИЕ И УЧЕТ НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЕВ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

Цель задания - ознакомиться с понятием и причинами возникновения несчастных случаев, порядком их расследования и учет на производстве, также с методами анализа травматизма.

Порядок выполнения задания:

- а) изучить и законспектировать общие сведения по пункту 1;
- б) изучить методы анализа и рассчитать по вариантам показатели травматизма по пункту 2 (см контр. вопросы к пунктам 1 и 2);
- в) изучить «Положением об особенностях расследования несчастных случаев на производстве в отдельных отраслях и организациях» и законспектировать ответы на контрольные вопросы к пункту 3.

Общие сведения о несчастных случаях.

Несчастливым случаем на производстве называют случай воздействия на работающего опасного производственного фактора при выполнении работающим трудовых обязанностей или заданий руководителя работы [1].

Повреждение здоровья в результате несчастного случая называют **травмой**. Травма, полученная работающим на производстве, называется **производственной**.

Опасным называют производственный фактор, воздействие которого при определенных условиях на работающего приводит к травме или другому внезапному ухудшению здоровья.

Вредным называют производственный фактор, воздействие которого на работающего приводит к заболеваниям или снижению его трудоспособности. В зависимости от уровня и продолжительности воздействия вредный производственный фактор может стать опасным.

Опасные и вредные производственные факторы (ОВПФ) по природе действия подразделяют на 4 группы: физические, химические, биологические и психофизиологические.

Производственные травмы в зависимости от характера воздействующих факторов подразделяются на:

- а) механические повреждения (ушибы, ранения, вывихи, переломы, сотрясения мозга);
- б) поражение электрическим током (электроудар, электротравма);
- в) термические повреждения (ожоги пламенем, нагретыми частями оборудования, горячей водой и пр.);
- г) химические повреждения (ожоги, острые отравления);
- д) комбинированные повреждения (сочетание нескольких опасных факторов).

Производственные травмы по тяжести подразделяются на 6 категорий:

- микротравма (после оказания помощи можно продолжать работу).
- легкая травма (потеря трудоспособности на 1 или несколько дней).
- травма средней тяжести (многодневная потеря трудоспособности);
- тяжелая травма (когда требуется длительное лечение);
- травма, приводящая к инвалидности (частичная или полная утрата трудоспособности);
- смертельная травма.

Причины возникновения производственных травм:

- организационные (нарушение технологического процесса и требований техники безопасности (ТБ), неправильная организация рабочего места и режима труда);
- технические (техническое несовершенство оборудования, неисправность механизмов, отсутствие или не использование защитных средств);

- санитарно-гигиенические (несоответствие условий труда требованиям КЗоТ, системе стандартов по безопасности труда (ССБТ), санитарным нормам(СН), строительным нормам и правилам (СНиП) и др.
- психофизиологические (неудовлетворительное состояние здоровья, переутомление, стресс, опьянение и др.).

Методы анализа показателей травматизма

Разработке мероприятий по улучшению условий труда предшествует необходимый этап - исследование и анализ причин травматизма. Для анализа состояния производственного травматизма применяют методы: статистический, экономический, монографический и топографический.

Статистический метод позволяет количественно оценить повторяемость несчастных случаев по ряду относительных коэффициентов. В результате сравнения полученных коэффициентов за отчетный период с предшествующим периодом можно оценить эффективность профилактических мер. Обычно при этом методе анализа несчастные случаи группируются по однородным признакам: профессиям, видам работ, возрасту, стажу работ, причинам, вызвавшим травму. Простота и наглядность являются несомненным достоинством этого метода. Однако у него есть и недостаток - он не выявляет опасные производственные факторы. Среди основных показателей травматизма, используемых при статистическом методе анализа, являются:

а) коэффициент частоты травматизма - число пострадавших при несчастных случаях за отчетный период на 1000 работающих, определяется по формуле:

$$K_{\text{ч}} = T_{\text{x}} \cdot \frac{1000}{P_{\text{с}}},$$

где $K_{\text{ч}}$ - коэффициент частоты травматизма; T - число учтенных травм с потерей трудоспособности; $P_{\text{с}}$ - среднесписочное число работающих за отчетный период.

б) коэффициент тяжести травматизма - число человеко-дней нетрудоспособности, которое приходится на один несчастный случай и определяется по формуле:

$$K_T = \frac{Д}{T},$$

где K_T - коэффициент тяжести травматизма; $Д$ - общее количество дней нетрудоспособности за отчетный период; T - количество учтенных травм.

в) коэффициент календарной повторяемости несчастных случаев

- показывает через сколько рабочих дней в среднем повторяются несчастные случаи и определяется по формуле:

$$B = 22,5 \cdot \frac{12}{T},$$

где B - календарная повторяемость несчастных случаев; T - число несчастных случаев за отчетный период.

г) коэффициент средней повторяемости - показывает на сколько человекодней приходится один несчастный случай, определяется по формуле:

$$B_{cp} = 22,5 \cdot 12 \cdot \frac{P_c}{T},$$

где B_{cp} - коэффициент средней повторяемости несчастных случаев; P_c - среднесписочное число работающих за отчетный период; T - число несчастных случаев за отчетный период.

д) коэффициент опасности работ - характеризуется тяжестью и частотой несчастных случаев, определяется по формуле:

$$O_p = K_T \cdot T_x \cdot \frac{100}{P_c \cdot M \cdot 22,5},$$

где O_p - коэффициент опасности работ; K_T - коэффициент тяжести травматизма; T - количество учтенных несчастных случаев; P_c - среднесписочное число работающих; M - число месяцев в отчетном периоде.

Таблица 5.0

Исходные данные для расчета показателей травматизма

Показатели	Варианты									
										0

Отчетный период, мес. (М)				2				2		
Число несчастных случаев (Т)				0				1		
Число дней нетрудоспособности (Д)	80	00	80	20	00	50	70	20	60	00
Средне списочное число работающих (Рс)	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00

Экономический метод анализа производственного травматизма позволяет оценить эффективность финансовых затрат на профилактику травматизма с расходами на организационные и технические мероприятия. Для более полной и глубокой характеристики травматизма экономический метод часто используют в сочетании с монографическим методом.

Монографический метод анализа травматизма состоит в углубленном и всестороннем изучении отдельного производства, цеха или участка. Он включает описание технологического процесса, оборудования и особенностей технологического регламента, описание опасных зон на рабочих местах, также санитарно-гигиенические условия труда. При этом обращается внимание на наличие защитных приспособлений, ограждений и травмоопасных ситуаций. Монографический метод анализа травматизма характеризуется полнотой, но трудоемок. Этот метод позволяет выявить потенциальную

опасность не только в действующих производствах, но и на этапе проектирования, тем самым исключить причины травматизма.

Топографический метод анализа травматизма проводится по месту происшествия. При этом все несчастные случаи условными знаками наносятся на план производственного участка или схему механизма в тех местах, где они произошли. В результате этого выявляются опасные зоны, требующие соответствующих защитных мер и особого внимания.

Контрольные вопросы к пунктам 1 и 2

1. Что такое несчастный случай?
2. Что такое опасный производственный фактор?
3. Что такое вредный производственный фактор?
4. На какие группы подразделяются опасные и вредные производственные факторы?
5. Какие различают разновидности производственных травм?
6. Какие выделяют категории производственных травм?
7. Каковы основные причины возникновения производственных травм?
8. Какие существуют методы анализа производственного травматизма ?
9. В чем заключается статистический метод анализа производственного травматизма?
10. Как определяется коэффициент частоты травматизма?
11. Как определяется коэффициент тяжести травматизма?
12. Как определяется коэффициент календарной повторяемости несчастных случаев?
13. Как определяется коэффициент средней повторяемости несчастных случаев?
14. Как определяется коэффициент опасности работ?
15. В чем заключается экономический метод анализа производственного травматизма?

16. В чем заключается монографический метод анализа производственного травматизма?

17. В чем заключается топографический метод анализа производственного травматизма?

Положение об особенностях расследования несчастных случаев на производстве в отдельных отраслях и организациях

Расследование и учет несчастных случаев на производстве проводят в соответствии с “Положением об особенностях расследования несчастных случаев на производстве в отдельных отраслях и организациях”, утвержденного Постановлением Министерства труда и социального развития Российской Федерации от 24 октября 2002г. №73, а также статьями 227-231 Трудового кодекса РФ (ТК РФ).

Несчастный случай на производстве - это случай, происшедший с работающим вследствие воздействия опасного производственного фактора (для застрахованного – это страховой случай).

Несчастные случаи в зависимости от причин, места и времени происшествия делятся на две группы: несчастные случаи, связанные с работой и несчастные случаи, не связанные с работой (бытовые травмы).

Несчастные случаи, не связанные с производством, но происшедшие на производстве - это несчастные случаи, происшедшие при изготовлении предметов в личных целях, самовольном использовании транспорта предприятия, участии в спортивных мероприятиях на территории предприятия, при хищении имущества предприятия.

Бытовые несчастные случаи - это несчастные случаи, происшедшие в быту (дома) или при нахождении на предприятии вне рабочего времени.

Расследование несчастных случаев на производстве выполняется в соответствии с Трудовым кодексом РФ и «Положением об особенностях расследования несчастных случаев на производстве в отдельных отраслях и организациях», утверждённым постановлением Минтруда России № 73 от 24

октября 2002 года. Этим же постановлением утверждены формы документов, необходимых для расследования и учёта несчастных случаев на производстве.

Расследование несчастного случая может быть достаточно сложным процессом, поскольку интересы пострадавшего и работодателя часто не совпадают.

Действие нормативных актов по расследованию и учёту несчастных случаев на производстве распространяется на:

- работодателей - физических лиц, вступивших в трудовые отношения с работниками;
- уполномоченных работодателем лиц (представители работодателя);
- физических лиц, осуществляющих руководство организацией (руководители организации);
- физических лиц, состоящих в трудовых отношениях с работодателем;
- других лиц, участвующих с ведома работодателя в его производственной деятельности своим личным трудом, правоотношения которых не предполагают заключения трудовых договоров.

Расследованию подлежат травмы, в том числе причиненные другими лицами, включая:

- тепловой удар, ожог, обморожение;
- утопление; поражение электрическим током или молнией;
- укусы, нанесенные животными и насекомыми;
- повреждения, полученные в результате взрывов, аварий и т.п.

Расследованию и учёту подлежат несчастные случаи происшедшие:

- при исполнении трудовых обязанностей, в том числе во время командировки, при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций;
- на территории организации, в течение рабочего времени, в том числе во время следования на работу и с работы, а также в течение времени, необходимого для приведения в порядок рабочего места;

- при следовании на работу или с работы на транспортном средстве работодателя, а также на личном транспортном средстве при использовании его в производственных целях;
- во время служебных поездок на общественном транспорте, а также при следовании по заданию работодателя к месту выполнения работ и обратно, в том числе пешком;
- при следовании к месту служебной командировки и обратно;
- при следовании на транспортном средстве в качестве сменщика во время междусменного отдыха;
- во время междусменного отдыха при работе вахтовым методом;
- при привлечении к участию в ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций.

Работники организации обязаны незамедлительно извещать руководство о каждом происшедшем несчастном случае, об ухудшении состояния своего здоровья в связи с проявлениями признаков острого заболевания.

О каждом страховом случае работодатель в течение суток обязан сообщить страховщику (фонд социального страхования).

О групповом несчастном случае (пострадало два и более человек), тяжёлом несчастном случае или несчастном случае со смертельным исходом, работодатель в течение суток обязан направить извещение соответственно:

1) о несчастном случае, происшедшем в организации:

- в соответствующую государственную инспекцию труда;
- в прокуратуру по месту происшествия несчастного случая;
- в федеральный орган исполнительной власти по ведомственной принадлежности;
- в орган исполнительной власти субъекта Российской Федерации;
- в организацию, направившую работника, с которым произошёл несчастный случай;
- в территориальные объединения организаций профсоюзов;

- в территориальный орган государственного надзора, если несчастный случай произошел в организации (объекте), подконтрольной этому органу;

- страховщику.

2) о несчастном случае, происшедшем у работодателя - физического лица:

- в соответствующую государственную инспекцию труда;

- в прокуратуру по месту нахождения работодателя - физического лица;

- в орган исполнительной власти субъекта Российской Федерации;

- в территориальный орган государственного надзора, если несчастный случай произошел на объекте, подконтрольном этому органу;

- страховщику.

О групповых несчастных случаях, тяжелых несчастных случаях и несчастных случаях со смертельным исходом также информируется Федеральная инспекция труда Минтруда России.

Если указанные несчастные случаи, произошли в организациях, эксплуатирующих опасные производственные объекты, то соответствующим образом информируются специально уполномоченные органы государственного надзора.

Для расследования несчастного случая на производстве в организации работодатель незамедлительно создает комиссию в составе не менее трех человек. Во всех случаях состав комиссии должен состоять из нечетного числа членов.

В состав комиссии включаются специалист по охране труда организации, представители работодателя, представители профсоюзного органа (коллектива), уполномоченный (доверенный) по охране труда. Комиссию возглавляет работодатель или уполномоченный им представитель. Состав комиссии утверждается приказом работодателя. Руководитель, непосредственно

отвечающий за безопасность труда на участке, где произошел несчастный случай, в состав комиссии не включается.

В расследовании несчастного случая на производстве у работодателя - физического лица принимают участие указанный работодатель или уполномоченный его представитель, доверенное лицо пострадавшего, специалист по охране труда, который может привлекаться к расследованию несчастного случая и на договорной основе.

Несчастный случай на производстве, происшедший с лицом, направленным для выполнения работ к другому работодателю, расследуется комиссией, образованной работодателем, у которого произошел несчастный случай. В состав данной комиссии входит уполномоченный представитель работодателя, направившего это лицо.

Несчастные случаи, происшедшие на территории организации с работниками сторонних организаций при исполнении ими задания направившего их работодателя, расследуются комиссией, формируемой этим работодателем.

Несчастные случаи, происшедшие с работниками при выполнении работы по совместительству, расследуются комиссией, формируемой работодателем, у которого фактически производилась работа по совместительству.

Расследование несчастных случаев со студентами, проходящими производственную практику (выполняющими работу под руководством работодателя), проводится комиссиями, формируемыми и возглавляемыми этим работодателем. В состав комиссии включаются представители образовательного учреждения.

Для расследования группового несчастного случая, тяжёлого несчастного случая и несчастного случая со смертельным исходом в комиссию дополнительно включаются:

- государственный инспектор труда, представители органа исполнительной власти субъекта РФ или органа местного самоуправления (по

согласованию), представитель территориального объединения профсоюзов. Возглавляет комиссию государственный инспектор труда;

- по требованию пострадавшего (или его родственников) в расследовании несчастного случая может принимать участие его доверенное лицо;
- в случае острого отравления или радиационного воздействия, превысившего установленные нормы, в состав комиссии включается также представитель территориального центра государственного санитарно-эпидемиологического надзора;
- при несчастном случае, происшедшем в организациях на объектах, подконтрольных территориальным органам Федерального горного и промышленного надзора России, состав комиссии утверждается руководителем соответствующего территориального органа и возглавляет комиссию представитель этого органа;
- при групповом несчастном случае с числом погибших 5 и более человек в состав комиссии включаются также представители Федеральной инспекции труда, федерального органа исполнительной власти по ведомственной принадлежности и общероссийского объединения профсоюзов. Председателем комиссии является главный государственный инспектор труда по субъекту Российской Федерации, а на объектах, подконтрольных территориальному органу Федерального горного и промышленного надзора России, - руководитель этого территориального органа.

При крупных авариях с человеческими жертвами 15 и более человек расследование проводится комиссией, назначаемой Правительством России.

Расследование несчастных случаев (в том числе групповых), в результате которых пострадавшие получили повреждения, отнесенные в соответствии с установленными квалифицирующими признаками к категории легких, проводится в течение трех дней.

Расследование иных несчастных случаев проводится в течение 15 дней. В некоторых случаях председатель комиссии может продлить срок

расследования, но не более чем на 15 дней. Несчастные случаи, о которых не было своевременно сообщено работодателю или в результате которых нетрудоспособность наступила не сразу, расследуются по заявлению пострадавшего в течение месяца.

Тяжелые несчастные случаи и несчастные случаи со смертельным исходом, происшедшие с лицами, выполнявшими работу на основе договора гражданско-правового характера, расследуются в установленном порядке государственными инспекторами труда на основании заявления пострадавшего (доверенного лица, членов его семьи).

В ходе расследования несчастного случая комиссия производит осмотр места происшествия, выявляет и опрашивает очевидцев несчастного случая и должностных лиц, знакомится с действующими в организации нормативными и распорядительными документами, по возможности получает объяснения от пострадавшего.

Расследуются в установленном порядке и по решению комиссии могут квалифицироваться как не связанные с производством:

- смерть вследствие общего заболевания или самоубийства;
- смерть или иное повреждение здоровья, единственной причиной которых явилось алкогольное, наркотическое или иное токсическое опьянение (отравление) работника;
- несчастный случай, происшедший при совершении пострадавшим действий, квалифицированных правоохрательными органами как уголовное правонарушение.

При поступлении жалобы пострадавшего, выявлении сокрытого несчастного случая, установления нарушений порядка расследования и в некоторых иных случаях, государственный инспектор труда, независимо от срока давности несчастного случая, проводит дополнительное расследование.

Несчастные случаи, квалифицированные, как несчастные случаи на производстве, подлежат оформлению актом о несчастном случае на производстве по форме Н-1*.

Акт формы Н-1 составляется комиссией в двух экземплярах. При несчастном случае на производстве с застрахованным работником составляется дополнительный экземпляр акта формы Н-1.

При групповом несчастном случае на производстве акты формы Н-1 составляются на каждого пострадавшего отдельно.

В случае установления факта грубой неосторожности застрахованного работника, содействовавшей возникновению или увеличению размера вреда, причиненного его здоровью, в акте расследования указывается степень его вины в процентах, с учетом заключения профсоюзного или иного уполномоченного застрахованным представительного органа данной организации (не более 25%).

По результатам расследования каждого группового несчастного случая, тяжелого несчастного случая или несчастного случая со смертельным исходом составляется соответствующий акт в двух экземплярах.

Работодатель в трехдневный срок после завершения расследования несчастного случая на производстве обязан выдать пострадавшему один экземпляр утвержденного им и заверенного печатью акта формы Н-1. Вторые экземпляры акта с копиями материалов расследования хранятся в течение 45 лет работодателем.

При страховых случаях третий экземпляр утвержденного и заверенного печатью акта формы Н-1 работодатель направляет страховщику.

Каждый оформленный в установленном порядке несчастный случай на производстве регистрируются работодателем в журнале регистрации несчастных случаев на производстве и включаются в годовую форму федерального государственного статистического наблюдения за травматизмом на производстве.

В случае ликвидации организации или прекращения работодателем - физическим лицом предпринимательской деятельности оригиналы актов о расследовании несчастных случаев на производстве подлежат передаче на хранение правопреемнику, а при его отсутствии - соответствующему государственному органу.

Государственный надзор и контроль за соблюдением установленного порядка расследования, оформления и учета несчастных случаев на производстве осуществляется органами Федеральной инспекции труда.

Контрольные вопросы к пункту 3

1. Какие несчастные случаи считаются связанными с производством и подлежат расследованию и учету?
2. На кого распространяется действие Положения о порядке расследования и учета несчастных случаев?
3. Как должен действовать работодатель при возникновении несчастного случая на предприятии?
4. Что необходимо сделать сразу же после свершения несчастного случая на производстве?
5. Куда должен сообщить работодатель и в какие сроки о групповом несчастном случае или несчастном случае со смертельным исходом?
6. Кто несет ответственность за организацию и своевременное расследование и учета несчастных случаев?
7. Кто входит в комиссию по расследованию несчастных случаев, каковы ее обязанности?
8. В какие сроки должно быть проведено расследование несчастного случая?
9. Какие несчастные случаи квалифицируются как не связанные с производством?
10. Что делают при установлении грубой неосторожности пострадавшего?
11. В какие сроки и комиссией какого состава расследуются групповые несчастные случаи или со смертельным исходом?
12. Какие условия должен обеспечить работодатель для работы комиссии, проводящей расследование несчастного случая?
13. Каким документом оформляются несчастные случаи на производстве?

14. Какой организацией учитывается акт о несчастном случае?
15. В какие сроки и куда должны быть отправлены материалы расследования групповых несчастных случаев?
16. Какие организации и должностные лица разбирают разногласия при оформлении актов по форме Н - 1 ?
17. Каковы полномочия государственного инспектора по охране труда в случае нарушения порядка расследования несчастного случая?

Форма Н-1

Один экземпляр направляется
пострадавшему или его
доверенному лицу

УТВЕРЖДАЮ

(подпись, фамилия, инициалы
работодателя
(его представителя))
" __ " _____ 200__ г.

Печать

АКТ N _____
О НЕСЧАСТНОМ СЛУЧАЕ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

1. Дата и время несчастного случая _____

(число, месяц, год и время происшествия
несчастного случая,

количество полных часов от начала работы)

2. Организация (работодатель), работником которой является
(являлся) пострадавший _____

(наименование, место нахождения,
юридический адрес, ведомственная
и отраслевая

принадлежность (ОКОНХ основного вида деятельности);
фамилия, инициалы работодателя -

физического лица)

Наименование структурного подразделения _____

3. Организация, направившая работника _____

(наименование, место нахождения, юридический адрес,
отраслевая принадлежность)

4. Лица, проводившие расследование несчастного случая:

(фамилия, инициалы, должности и место работы)

5. Сведения о пострадавшем:

фамилия, имя, отчество _____

пол (мужской, женский) _____

дата рождения _____

профессиональный статус _____

профессия (должность) _____

стаж работы, при выполнении которой произошел несчастный случай _____,

(число полных лет и месяцев)

в том числе в данной организации _____

(число полных лет и месяцев)

6. Сведения о проведении инструктажей и обучения по охране труда

Вводный инструктаж _____

(число, месяц, год)

Инструктаж на рабочем месте (первичный, повторный, внеплановый,

(нужное подчеркнуть)

целевой) -----

по профессии или виду работы, при выполнении которой произошел несчастный случай _____

(число, месяц, год)

Стажировка: с "___" _____ 200_ г. по "___" _____ 200_ г.

(если не проводилась - указать)

Обучение по охране труда по профессии или виду работы, при выполнении которой произошел несчастный случай: с "___" _____ 200_ г. по "___" _____ 200_ г.

(если не проводилось - указать)

Проверка знаний по охране труда по профессии или виду работы, при выполнении которой произошел несчастный случай _____

(число, месяц, год, N протокола)

7. Краткая характеристика места (объекта), где произошел несчастный случай

(краткое описание места происшествия с указанием опасных и (или) вредных производственных

факторов со ссылкой на сведения, содержащиеся в протоколе осмотра места несчастного случая)

Оборудование, использование которого привело к несчастному случаю

(наименование, тип, марка, год выпуска, организация - изготовитель)

8. Обстоятельства несчастного случая

(краткое изложение обстоятельств, предшествовавших несчастному случаю, описание событий

и действий пострадавшего и других лиц, связанных с несчастным случаем, и другие сведения,

установленные в ходе расследования)

8.1. Вид происшествия _____

8.2. Характер полученных повреждений и орган, подвергшийся повреждению, медицинское заключение о тяжести повреждения здоровья

8.3. Нахождение пострадавшего в состоянии алкогольного или наркотического опьянения _____

(нет, да - указать состояние и степень опьянения в соответствии с заключением по

результатам освидетельствования, проведенного в установленном порядке)

8.4. Очевидцы несчастного случая _____

(фамилия, инициалы, постоянное место жительства,

домашний телефон)	
9. Причины несчастного случая _____ (указать основную и сопутствующие причины	
несчастного случая со ссылками на нарушенные требования законодательных и иных	
нормативных правовых актов, локальных нормативных актов)	
10. Лица, допустившие нарушение требований охраны труда:	
(фамилия, инициалы, должность (профессия) с указанием требований законодательных,	
иных нормативных правовых и локальных нормативных актов, предусматривающих их	
ответственность за нарушения, явившиеся причинами несчастного случая, указанными в п. 9	
настоящего акта; при установлении факта грубой неосторожности пострадавшего указать	
степень его вины в процентах)	
Организация (работодатель), работниками которой являются данные лица	
(наименование, адрес)	
11. Мероприятия по устранению причин несчастного случая, сроки	
Подписи лиц, проводивших расследование несчастного случая _____ (фамилии, инициалы, дата)	

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 12.0.002 - 80. Термины и определения.
2. Положение об особенностях расследования несчастных случаев на производстве в отдельных отраслях и организациях
3. И.М.Чижевский, Г.Б.Куликов, Ю.А.Сидорин. Охран труда в полиграфии. М., 1988.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №7. СРЕДСТВА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ

Цель работы – ознакомиться со средствами защиты органов дыхания и получить практические навыки их использования.

Теоретические положения

Средства индивидуальной защиты (СИЗ) предназначены для защиты человека от попадания внутрь организма, на кожные покровы и повседневную одежду радиоактивных веществ (РВ), отравляющих веществ (ОВ) и бактериальных средств (БС).

По принципу применения средства индивидуальной защиты делятся:

- на средства защиты повседневного применения (промышленные СИЗ);
- средства защиты эпизодического применения (СИЗ для аварийных работ и пострадавших в очагах ЧС).

По объектам защиты средства индивидуальной защиты делятся:

- на средства защиты органов дыхания;
- средства защиты кожи.

По принципу действия средства индивидуальной защиты делятся:

- на фильтрующие (принцип фильтрации состоит в том, что воздух, необходимый для поддержания жизнедеятельности организма человека, очищается от вредных примесей при прохождении через средство защиты);
- изолирующие (средства защиты изолирующего типа полностью изолируют организм человека от окружающей среды с помощью материалов, непроницаемых для воздуха и вредных примесей).

По способу подачи воздуха различают средства индивидуальной

защиты делятся:

- с принудительной подачей воздуха;
- самовсасывающие.

По кратности использования средства индивидуальной защиты

- на СИЗ многократного использования;
- СИЗ однократного использования.

По способу изготовления средства индивидуальной защиты делятся:

- на средства, изготовленные промышленностью;
- простейшие средства, изготовленные из подручных материалов.

Кроме средств индивидуальной защиты существуют медицинские средства защиты [1].

Средства защиты органов дыхания.

Фильтрующий противогаз.

Фильтрующий противогаз предназначен для защиты органов дыхания, глаз, кожи лица от воздействия ОВ, РВ, БС, (АХОВ), а также различных вредных примесей, присутствующих в воздухе.

В настоящее время имеются фильтрующие гражданские противогазы различной модификации и промышленные противогазы.

Для защиты населения наибольшее распространение получили фильтрующие противогазы: для взрослого населения – ГП-5 (ГП-5М), ГП-7 (ГП-7В); для детей – ПДФ-Ш, ПДФ-Д, ПДФ-2Ш, ПДФ-2Д, КЗД.

Гражданский противогаз (ГП-5). В состав комплекта входят два основных элемента: фильтрующе-поглощающая коробка ГП-5 и лицевая часть ШМ-62у. Шлем-маска имеет 5 ростов (0, 1, 2, 3, 4). Кроме того, противогаз комплектуется сумкой, наружными утеплительными манжетами (НМУ-1) и коробкой с незапотевающими пленками (рис. 9.1) [2]. У него нет соединительной трубки.

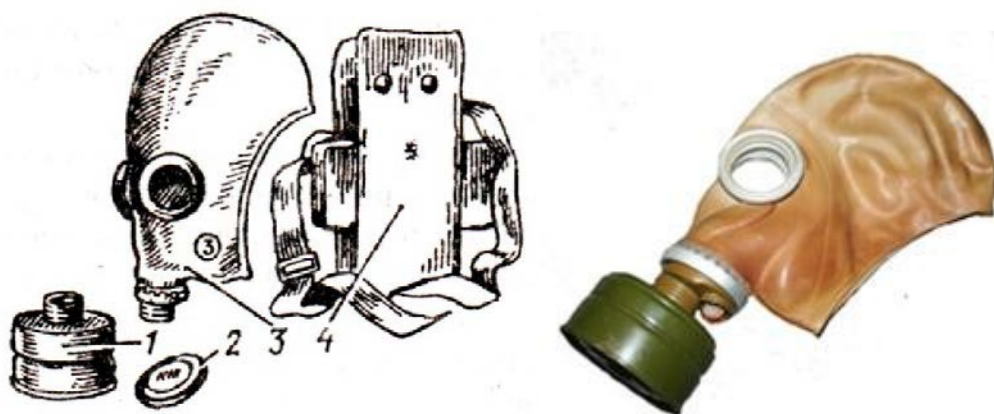


Рис. 7.1 Гражданский фильтрующий противогаз (ГП-5):

1 – фильтрующе-поглощающая коробка ГП-5; 2 – коробка с незапотевающими пленками; 3 – лицевая часть ШМ-62у; 4 – сумка

Внутри фильтрующе-поглощающей коробки ГП-5 расположены противоаэрозольный фильтр и шихта. Лицевая часть ШМ-62у представляет собой шлем-маску, изготовленную на основе резины из натурального или синтетического каучука. В шлем-маску вмонтированы очковый узел и клапанная коробка. Клапанная коробка имеет один вдыхательный и два выдыхательных клапана и служит для распределения потоков воздуха. Незапотевающие пленки изготавливаются из целлюлозы и бывают односторонние (НП) и двусторонние (НПН). Они устанавливаются с внутренней стороны стекол противогаса желатиновым покрытием к глазам и фиксируются прижимными кольцами. Желатин равномерно впитывает конденсированную влагу, тем самым сохраняя прозрачность пленки.

Комплект из 6 пленок упакован в металлическую коробку. Утеплительные манжеты используются только зимой при температуре ниже -10°C . Манжета надевается на обойму очков с внешней стороны. Пространство между стеклами манжет и очков предохраняет очки шлем- маски от замерзания.

Гражданский противогаз (ГП-5М). В комплект противогаса входит шлем-маска (ШМ-66Му) с мембранной коробкой для переговорного устройства. В лицевой части сделаны сквозные вырезы для ушных раковин, что обеспечивает нормальную слышимость.

Подгонка противогаза начинается с определения требуемого роста лицевой части. Рост лицевой части типа ШМ-62у, ШМ-66Му определяется по величине вертикального обхвата головы путем ее измерения по замкнутой линии, проходящей через макушку, щеки и подбородок. Измерения округляют до 0,5 см. До 63 см берут нулевой рост, от 63,5 до 65,5 см – первый, от 66 до 68 см – второй, от 68,5 до 70,5 см – третий, от 71 см и более – четвертый.

Перед применением противогаз следует проверить на исправность и герметичность. Осматривая лицевую часть, следует определить ее целостность, обратив внимание на стекла очкового узла. После этого нужно проверить клапанную коробку, состояние клапанов. Они не должны быть покороблены, засорены или порваны. На фильтрующе-поглощающей коробке не должно быть вмятин, проколов, в горловине – повреждений. Обращается внимание на то, чтобы в коробке не пересыпались зерна поглотителя.

Наиболее совершенными в настоящее время являются противогазы ГП-7 и ГП-7В. Их основными отличиями являются: более совершенная конструкция и форма шлем-маски, обеспечивающая возможность безопасного приема воды, жидких лекарств, других жидкостей в зараженной зоне без снятия маски. Наличие в комплекте фильтрующе-поглощающих коробок обеспечивает защиту от конкретных видов твердых химических веществ (ТХВ), а также увеличенные сроки работоспособности. Ростовка лицевой части предусматривает три размера. Как и другие типы противогазов, они состоят из фильтрующе-поглощающей коробки и лицевой части.

Гражданский противогаз (ГП-7). В комплект противогаза входят фильтрующе-поглощающая коробка ГП-7к, лицевая часть в виде маски МГП, сумка, защитный трикотажный чехол, коробка с незапотевающими пленками, утеплительные манжеты. Его масса в комплекте без сумки – около 900 г (фильтрующе-поглощающая коробка – 250 г, лицевая часть – 600 г).

Фильтрующе-поглощающая коробка ГП-7к по конструкции аналогична коробке ГП-5, но с улучшенными характеристиками, уменьшено ее сопротивление, что облегчает дыхание. Лицевая часть МГП представляет собой маску объемного типа с «независимым» обтюратором, с наголовником (предназначен для закрепления лицевой части) в виде резиновой пластины с пятью лямками (лобная, две височные, две щечные), с очковым узлом, переговорным устройством (мембраной), узлами клапана вдоха и выдоха, прижимными кольцами для закрепления незапотевающих пленок (рис. 9.2) [2]. «Независимый» обтюратор представляет собой полосу тонкой резины и служит для создания надежной герметизации лицевой части на голове. При этом механическое воздействие лицевой части на голову очень незначительно. На каждой лямке с интервалом в 1 см нанесены упоры ступенчатого типа, которые предназначены для надежного закрепления их в пряжках. У каждого упора имеется цифра, указывающая его порядковый номер. Это позволяет точно фиксировать нужное положение лямок при подгонке маски. Нумерация цифр идет от свободного конца лямки к затылочной пластине. Гидрофобный трикотажный чехол надевается на фильтрующе-поглощающую коробку и предохраняет ее от заражения, снега, пыли и влаги.

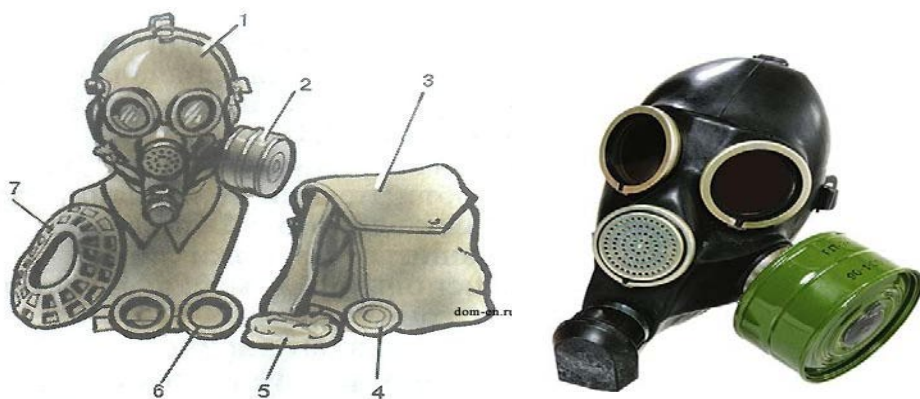


Рис. 7.2. Противогаз ГП-7:

1 – лицевая часть; 2 – фильтрующе-поглощающая коробка; 3 – сумка; 4 – коробка с незапотевающими пленками; 5 – трикотажный чехол; 6 – утеплительные манжеты

Гражданский фильтрующий противогаз (ГП-7, ГП-7В, ГП-7ВМ) – это

одна из самых последних и совершенных моделей противогазов для населения. В реальных условиях они обеспечивают высокую защиту от паров отравляющих веществ нервнопаралитического действия (типа зарин, зоман и др.), общеядовитого действия (хлорциан, синильная кислота и др.), радиоактивных веществ (радионуклидов йода и его органических соединений (типа йодистый метил и др.)); от капель отравляющих веществ кожно-раздражающего действия (иприт и др.), бактериальных, аварийных химически опасных веществ (АХОВ). ГП-7 имеет малое сопротивление дыханию, обеспечивает надежную герметизацию и небольшое давление лицевой части на голову. Благодаря этому им могут пользоваться люди старше 60 лет и больные с легочными и сердечно-сосудистыми заболеваниями. Подбор лицевой части необходимого типоразмера ГП-7 осуществляется на основании результатов измерения мягкой сантиметровой лентой горизонтального и вертикального обхвата головы.

Правила определения размера противогаза.

Для определения размера противогаза нужно знать горизонтальный и вертикальный обхват головы. Горизонтальный обхват измеряется по замкнутой линии, которая проходит спереди по надбровным дугам, сбоку чуть выше (на 2–3 см) ушной раковины и сзади по наиболее выступающей части головы. А вертикальный обхват можно определить посредством измерения длины вертикальной линии, проходящей через подбородок, щеки и макушку. Полученные измерения следует округлить так, чтобы последняя цифра была 0 или 5. Затем нужно сложить оба результата и посмотреть, какой размер противогаза вам нужен [3]:

- менее 1190 мм – первый размер;
- от 1195 до 1210 мм – второй размер;
- от 1215 до 1235 мм – третий размер;
- от 1240 до 1260 мм – четвертый размер;
- от 1265 до 1285 мм – пятый размер;
- от 1290 до 1310 мм – шестой размер.

Надевается противогаз после сигнала «Химическая тревога» по команде

«Газы», либо по своей инициативе. Вынув противогаз из специальной сумки, следует взять шлем-маску за его нижнюю часть так, чтобы большие пальцы рук находились снаружи, а остальные были внутри. Далее нужно приложить нижнюю часть шлема-маски под подбородок и натянуть его на голову резким движением рук вверх.

Учитывая то, что операции, которые описаны выше, придется проводить вслепую, нужно достаточно долго тренироваться. Хотя все зависит от человека и степени его обучаемости. Хорошо попрактиковавшись, можно приблизиться к армейским нормативам на надевание противогаза – около 7–10 с. Наличие у противогаза переговорного устройства (мембрана) обеспечивает четкое понимание передаваемой речи, значительно облегчает пользование средствами связи (телефон, радио).

Гражданские противогазы ГП-7В, ГП-7ВМ, УЗС-ВК, КЗД-6, фильтр ДОТ, фильтр ВК, ДПГ-3 (рис. 7.3). ГП-7В отличается от ГП-7 тем, что в нем лицевая часть МПП-В имеет устройство для приема воды, представляющее собой резиновую трубку с мундштуком и ниппелем.

ГП-7ВМ отличается от ГП-7В тем, что маска М-80 имеет очковый узел в виде трапециевидных изогнутых стекол, обеспечивающих возможность работы с оптическими приборами.

Гражданский фильтрующий противогаз ГП-7 обеспечивает защиту органов дыхания, глаз и кожи лица человека от вредных веществ и примесей, находящихся в воздухе. Это проверенная временем и надежная модель противогаза для гражданского населения.



а



б



в



г



Рис. 7.3. Гражданские противогазы:

а – ГП-7(В, ВМ); *б* – УЗС-ВК; *в* – ПДФ-2; *г* – КЗД-6; *д* – фильтр ДОТ; *е* – фильтр ВК; *ж* – ДПГ-3;

Подбор лицевой части необходимого типоразмера ГП-7 осуществляется на основании результатов измерения мягкой сантиметровой лентой горизонтального и вертикального обхвата головы. Горизонтальный обхват определяется измерением головы по замкнутой линии, проходящей спереди по надбровным дугам, сбоку на 2–3 см выше края ушной раковины и сзади через наиболее выступающую точку головы. Вертикальный обхват определяется измерением головы по замкнутой линии, проходящей через макушку, щеки и подбородок. Измерения округляются с точностью до 5 мм. По сумме двух измерений устанавливают нужный типоразмер (табл. 7.0). [4].

Правильно подобранная шлем-маска (маска) должна плотно прилегать к лицу и исключать возможность проникновения наружного воздуха в органы дыхания, минуя фильтрующе-поглощающую коробку.

Таблица 7.0

Типоразмеры противогазов

Рост лицевой части		1		2		3		
Положение упоров лямок	ГП-7, ГП-7В	4-8-8	3-7-8	3-7-8	3-6-7	3-6-7	3-5-6	3-4-5
	ГП-7ВМ	4-8-6	3-7-6	3-7-6	3-6-5	3-6-5	3-5-4	3-4-3
Сумма горизонтального и вертикального обхвата головы		До 1185	1190–1210	121–1235	1240–1260	1265–1285	1290–1310	1310 и более

Примечание. Положение лямок наголовника устанавливают при подгонке противогаза.

Противогаз УЗС-ВК – аварийно-спасательное средство многоразового действия, применяется для защиты органов дыхания человека от вредных веществ, может использоваться во всех климатических зонах.

Противогаз ПДФ-2 предназначен для защиты органов дыхания, зрения и лица детей (старше 1,5 года) от отравляющих веществ (ОВ), опасных биологических веществ (ОБВ), радиоактивной пыли (РП).

Камера защитная детская (КЗД-6) предназначена для защиты детей в возрасте до 1,5 года от отравляющих веществ, радиоактивной пыли и бактериальных средств. Детская защитная камера похожа на обычную сумку, поэтому переносить ребенка в ней очень удобно.

Дополнительный патрон (ДПГ-3) предназначен для использования в комплекте с ГП-7, ГП-7В и детскими противогазами, для защиты органов дыхания, кожи лица и глаз человека от сильнодействующих ядовитых веществ: аммиака, диметиламина, нитробензола.

Фильтр ДОТ соответствует новым ГОСТам, гармонизированным с европейскими стандартами EN141, EN143. Он значительно эффективнее по сравнению с противогазовыми коробками, выпускаемыми по старым ГОСТа, за счет уникальных поглотителей от отравляющих веществ, опасных биологических веществ, радиоактивной пыли, сильнодействующих ядовитых веществ.

Фильтр ВК предназначен для очистки вдыхаемого воздуха от органических газов и паров с температурой кипения выше 65 °С (циклогексан, бензол, ксилол, толуол, бензин, керосин, галоидоорганические соединения (хлорпикрин, хлорацетофенон и т. п.), нитросоединения бензола).

Промышленные противогазы. Существует несколько марок промышленных фильтрующих противогазов, которые являются индивидуальным средством защиты органов дыхания и зрения рабочих различных отраслей промышленности, сельского хозяйства от воздействия вредных веществ (газы, пары, пыль, дым и туман), присутствующих в воздухе.

Запрещается применять промышленные противогазы при недостатке

кислорода в воздухе (менее 18 %), например при работах в емкостях, цистернах, колодцах и других изолированных помещениях.

Не допускается применение промышленных противогазов для защиты от низкокипящих жидкостей, плохо сорбирующихся органических веществ, например метана, этилена, ацетилена. Не рекомендуется работать в таких противогазах, если состав газов и паров вредных веществ неизвестен (Рис. 7.4).



Рис. 7.4. Промышленные противогазы

Противогазы ППФМ-92, ПФМГ-96, ПФСГ-98 предназначены для защиты органов дыхания, глаз и лица человека от вредных газо- и паров различных веществ и аэрозолей, присутствующих в воздухе рабочей зоны. ППФ-95 предназначены для защиты органов дыхания, зрения и лица рабочих различных отраслей промышленности и сельского хозяйства от воздействия вредных газов, паров, пыли, дыма и тумана, присутствующих в воздухе. Фильтрующие противогазы надежны в атмосфере, содержащей не менее 18 % кислорода.

Промышленный противогаз состоит из снаряженной коробки, лицевой части (шлем-маски) с соединительной трубкой и сумки. Фильтрующая коробка служит для очистки воздуха, вдыхаемого человеком, от ядовитых веществ и вредных примесей. В зависимости от состава этих примесей она может содержать один или несколько специальных поглотителей или сочетание поглотителя с аэрозольным фильтром. При этом коробки строго специализированы по составу поглотителей, а поэтому отличаются друг от друга окраской и маркировкой. Шлем-маски промышленных противогазов изготавливаются пяти ростов – 0, 1, 2, 3, 4. Чтобы подобрать шлем-маску, надо мягкой сантиметровой линейкой произвести два измерения головы. Вначале определить длину круговой линии, проходящей по подбородку, щекам и через

высшую точку головы (макушку). Затем измерить длину полуокружности, проходящей от отверстия одного уха к отверстию другого по лбу через надбровные дуги. Результаты двух обмеров суммируют и находят требуемый рост шлем-маски.

При сумме до 93 см размер нулевой, от 93 до 95 см – первый, от 95 до 99 см – второй, от 99 до 103 см – третий, от 103 и выше – четвертый [4].

Противогазы комплектуют коробками двух размеров (большая и малая) и трех типов: без аэрозольного фильтра, с аэрозольным фильтром (на коробке белая вертикальная полоса), без аэрозольного фильтра с уменьшенным сопротивлением дыханию (имеет индекс 8 в маркировке). В зависимости от вида вредного вещества выпускают коробки следующих марок: А, В, Г, Е, КД, СО, М (табл. 9.2) [5].

Коробки марок А, В, Г, Е, КД изготавливаются как с аэрозольными фильтрами, так и без них; коробка БКФ – только с аэрозольными фильтрами; коробки СО и М – без аэрозольных фильтров. Белая вертикальная полоса на коробке означает, что она оснащена аэрозольным фильтром.

Таблица 7.1

Характеристика промышленных противогазов

Марка противогаза	Маркировка и окраска	Соединения, от которых защищают ПП
А	Коричневая	Пары органических соединений (бензин, керосин, ацетон, бензол, толуол, ксилол, сероуглерод, спирты, эфиры, галоидоорганические соединения, нитросоединения бензола и его гомологи, тетроэтилсвинец, фосфор- и хлорорганические ядохимикаты)

Продолжение табл. 7.1

Марка противогаза	Маркировка и окраска	Соединения, от которых защищают ПП
В	Желтая	Кислые газы и пары (диоксида серы, гидрид серы, хлор, циан-гидрида, окислы азота, хлориды водорода, фосген), фосфор- и хлорорганические ядохимикаты

Г	Черно-желтая	Пары ртути и ртутьорганические ядохимикаты на основе этилмеркурхлорида
Е	Черная	Гидрид мышьяка и гидрид фосфора
К	Зеленая	Аммиак, а также пыль, дым, туман
КД	Серая, с белой полосой	Аммиак и сероводород
БКФ	Защитная, с белой полосой	Кислые газы и пары, пары органических веществ, гидрид мышьяка, гидрид фосфора, пыль, дым, туман
СО	Белая	Оксид углерода
М	Красная	Оксид углерода в присутствии паров органических веществ, кислые газы, аммиак, гидрид мышьяка, гидрид фосфора, пары органических соединений (бензин, керосин, ацетон, бензол, ксилол, сероуглерод, толуол, спирты, эфиры, анилин, соединения бензола и его гомологи)
П-2У	Красная с белой полосой	Пары карбониллов никеля и железа, оксид углерода и сопутствующие аэрозоли
Б	Синяя	Борводороды: диборан, пентаборан, этилентаборан, диэтилдекаборан и их аэрозоли
УМ	Защитная	Пары и аэрозоли гептила, амил, самин, нитромеланж, амидол
ГФ	Голубая	Газообразный гексафторид урана, фтор, фтористый водород, радиоактивные аэрозоли

Пользование противогазом. Подобрав шлем-маску, ее обязательно примеряют. Новую лицевую часть предварительно необходимо протереть снаружи и внутри чистой тряпочкой или тампоном ваты, смоченным в воде, а клапаны выдоха продуть. Шлем-маску, бывшую в употреблении, следует отсоединить от коробки, протереть двухпроцентным раствором формалина или промыть водой с мылом и просушить.

При сборке противогаза шлем-маску берут в левую руку за клапанную

коробку, а правой рукой ввинчивают до отказа фильтрующе-поглощающую коробку навинтованной горловиной в патрубок клапанной коробки шлем-маски.

При переводе противогаза в «боевое» положение необходимо:

- снять головной убор и зажать его между коленями или положить рядом;
- убрать волосы со лба и висков, женщинам следует гладко
- зачесать волосы назад, заколки и украшения снять (их попадание под обтюратор приведет к нарушению герметичности);
- вынуть шлем-маску из сумки, взять ее обеими руками за утолщенные края у нижней части так, чтобы большие пальцы рук были с наружной стороны, а остальные – внутри. Подвести шлем-маску к подбородку и резким движением рук вверх и назад натянуть ее на голову так, чтобы не было складок, а очки прились против глаз (ГП-5, ГП-5М);
- для правильного надевания ГП-7 надо взять лицевую часть обеими руками за щечные лямки так, чтобы большие пальцы захватывали их изнутри. Задержать дыхание, закрыть глаза. Затем зафиксировать подбородок в нижнем углублении обтюратора и движением рук вверх и назад натянуть наголовник на голову и подтянуть до упора щечные лямки;
- сделать полный выдох (для удаления зараженного воздуха из-под шлем-маски, если он туда попал в момент надевания), открыть глаза и возобновить дыхание;
- надеть головной убор, застегнуть сумку и закрепить ее на туловище.

Дополнительные патроны

В результате развития химической и нефтехимической промышленности в производстве увеличено применение химических веществ. Многие из них по своим свойствам вредны для здоровья людей. Их называют сильнодействующими ядовитыми веществами (СДЯВ).

С целью расширения возможностей гражданских противогазов по защите от СДЯВ для них введены дополнительные патроны (ДПГ-1 и ДПГ-3).

ДПГ-1 в комплекте с противогазом защищает от двуокиси азота, метила

хлористого, окиси углерода и окиси этилена. ДПП-3 в комплекте с противогазом защищает от аммиака, хлора, диметиламина, нитробензола, сероводорода, сероуглерода, синильной кислоты, тетраэтилсвинца, фенола, фурфурола, хлористого водорода.

Внутри патрона ДПП-1 два слоя шихты – специальный поглотитель и гопкалит. В ДПП-3 только один слой поглотителя. Чтобы защитить шихту от увлажнения при хранении, горловины должны быть постоянно закрытыми: наружная – с навинченным колпачком с прокладкой, внутренняя – с ввернутой заглушкой [6].

Изолирующие противогазы. Изолирующие противогазы (ИП) являются специальными средствами защиты органов дыхания, глаз и кожи лица от любых вредных примесей, находящихся в воздухе независимо от их свойств и концентраций. Они используются также в тех случаях, когда невозможно применение фильтрующих противогазов, например при наличии в воздухе очень высоких концентраций отравляющих веществ или любой вредной примеси, кислорода менее 16 %, а также при работе под водой на небольшой глубине. Виды противогазов представлены на Рис. 7.5.



Рис. 9.5. Изолирующие противогазы

Изолирующие противогазы используют в случае, когда фильтрующие противогазы не обеспечивают должной степени защиты, или когда в воздухе недостаточно кислорода. Источником кислорода в таком противогазе служит патрон, снаряженный специальным веществом. Для нужд населения выпускают ИП-4М, ИП-4МК, ИП-5, ИП-6, ИП-7, ПДА- 3М.

Действие изолирующих противогазов основано на использовании химически связанного кислорода. Они имеют замкнутую маятниковую схему дыхания: выдыхаемый воздух попадает в регенеративный патрон, вещество которое содержится в нем поглощает углекислый газ и влагу, а взамен выделяет необходимый для дыхания кислород. Затем дыхательная смесь попадает в дыхательный мешок. При вдохе газовая смесь из дыхательного мешка снова проходит через регенеративный патрон, дополнительно очищается и поступает для дыхания. Материалы, из которых изготовлены противогазы, не оказывают отрицательного воздействия на организм. Применение незапотевающих пленок, а при отрицательных температурах и утеплительных манжет сохраняет прозрачность стекол в течение всего времени работы в противогазе при любой физической нагрузке. Гарантируется высокая эксплуатационная безопасность.

ИП-4М, ИП-4МК используют при авариях, стихийных бедствиях. ИП-5, ИП-6 предназначены для защиты органов дыхания, кожи лица и глаз человека в непригодной для дыхания атмосфере независимо от состава и концентрации вредных веществ в воздухе, а также при недостатке или отсутствии кислорода. Портативный дыхательный аппарат (ПДА-3М) предназначен для экстренной защиты органов дыхания, зрения и кожи лица человека в непригодной для дыхания атмосфере при эвакуации из опасной зоны, выполнении аварийных работ, а также в ожидании помощи [5].

По принципу действия изолирующие противогазы делятся на две группы: ИП-5); КИП-8).

- противогазы на основе химически связанного кислорода (ИП-4,

- противогазы на основе сжатого кислорода или воздуха (КИП-7, Исходя из принципа защитного действия, основанного на полной изоляции органов дыхания от окружающей среды, время пребывания в изолирующем противогазе зависит не от физико-химических свойств ОВ,РВ, БС и их концентраций, а от запаса кислорода и характера выполняемой работы.

Противогазы шланговые изолирующие предназначены для защиты органов дыхания, глаз и кожи человека от любых вредных примесей в воздухе независимо от их концентрации, а также для работы в условиях недостатка кислорода в воздухе рабочей зоны. Комплекуются возду-хоподводящим шлангом длиной 10 или 20 м на барабане или в сумке.

Респираторы.

Респираторы представляют собой облегченное средство защиты органов дыхания от вредных газов, паров, аэрозолей и пыли (рис. 7.6).

Респираторы делятся на два типа. Первый – это респираторы, у которых полумаска и фильтрующий элемент одновременно служат и лицевой частью. Второй – это респираторы, которые очищают вдыхаемый воздух в фильтрующих патронах, присоединяемых к полумаске.



Рис. 7.6. Респираторы:

а – «Кама»; б – «Снежок»; в – У-2к; г – РП-КМ; д – Ф-62Ш; е – «Астра 2»; ж – РПГ-67; з – РУ-6 Ом

Респираторы по назначению делят на следующие виды [5]:

противоаэрозольные – для защиты органов дыхания от пыли, дыма, тумана, содержащих токсичные, бактериальные и другие опасные элементы, за счет пропускания вдыхаемого воздуха через фильтр из специального материала (респираторы «Лепесток», «Кама», «Снежок-П», У-2к, «Астра-2», Ф-62ш, РПА-1 и др.). Для фильтров в таких респираторах используют материалы типа ФП (фильтр Петрянова), обладающие высокой эластичностью, механической прочностью, большой пылеемкостью, стойкостью к химическим агрессивным веществам и прекрасными фильтрующими свойствами;

противогазовые – для защиты от паров и газов за счет фильтрования вдыхаемого воздуха через фильтры патроны различных марок, различающихся составом адсорбирующего материала. При этом фильтр-патрон каждой марки защищает от газов только определенного вида (РПГ-67);

универсальные – одновременно защищают от аэрозолей и отдельных видов газов и паров. Респираторы имеют противоаэрозольный фильтр и сменные противогазовые патроны разных марок (РУ-60м) или противогазовые фильтры из ионообменного волокнистого материала («Снежок-ГП», «Лепесток-Г»).

По конструктивному оформлению различают респираторы двух типов:

фильтрующие маски – их фильтрующий элемент одновременно служит лицевой частью;

патронные – самостоятельно выполненные лицевая часть и фильтрующий элемент.

По характеру вентилирования подмасочного пространства респираторы делят на бесклапанные (вдыхаемый и выдыхаемый воздух проходит через фильтрующий элемент) и клапанные (вдыхаемый и выдыхаемый воздух движется по различным каналам благодаря системе клапанов вдоха и выдоха).

В зависимости от срока службы различают респираторы одноразового

(типа «Лепесток», «Кама», У-2к и т. п.) и многоразового пользования, в которых предусмотрена возможность замены фильтров или их многократная регенерация (Ф-62ш, «Астра-2», РУ-60м и др.).

Респираторы ШБ-1, «Лепесток-5», «Лепесток-40» и «Лепесток-200» одинаковы и представляют собой сплошную легкую полумаску-фильтр из материала ФПП (фильтрующее полотно Петрянова). В нерабочем состоянии респиратор имеет вид круга. Каркасность его в рабочем состоянии обеспечивают пластмассовая распорка и алюминиевая пластина. Плотное прилегание респиратора к лицу достигается при помощи резинового шнура, вшитого в периметр круга, а также благодаря электростатическому заряду материала ФПП, который образует полосу обтюрации. На голове респиратор крепят четырьмя шнурами.

Противоаэрозольные респираторы. В качестве фильтров в респираторах используют тонковолокнистые фильтровальные материалы. Наибольшее распространение получили полимерные фильтровальные материалы типа ФП (фильтр Петрянова) благодаря их хорошей эластичности, большой пылеемкости, а главное, высоким фильтрующим свойствам. Важной отличительной особенностью материалов ФП, изготовленных из перхлорвинила и других полимеров, обладающих изоляционными свойствами, является то, что они несут электростатические заряды, которые резко повышают эффективность улавливания аэрозолей и пыли.

Респиратор противопылевой У-2К (в гражданской обороне Р-2) обеспечивает защиту органов дыхания от силикатной, металлургической, горнорудной, угольной, радиоактивной и другой пыли, от некоторых бактериальных средств, дустов и порошкообразных удобрений, не выделяющих токсичные газы и пары. Использовать респиратор целесообразно при кратковременных работах небольшой интенсивности и запыленности воздуха. Не рекомендуется применять, когда в атмосфере сильная влага.

Респиратор представляет собой фильтрующую полумаску, наружный

фильтр которой изготовлен из полиуретанового поропласта зеленого цвета, а внутренняя его часть – из тонкой воздухонепроницаемой полиэтиленовой пленки, в которую вмонтированы два клапана вдоха (рис. 9.7). Клапан выдоха размещен в передней части полумаски и защищен экраном. Между поропластом и полиэтиленовой пленкой расположен второй фильтрующий слой из материала ФП. Для плотного прилегания респиратора к лицу в области переносицы имеется носовой зажим – фигурная алюминиевая пластина. Респиратор крепится при помощи регулируемого оголовья.



Рис. 7.7. Респираторы У-2К (Р-2)

Респираторы У-2К изготавливаются трех ростов, которые обозначаются на внутренней подбородочной части полумаски. Определение роста производится путем измерения высоты лица человека, т. е. расстояния между точкой наибольшего углубления переносицы и самой нижней точкой подбородка. При величине измерения от 99 до 109 мм берут первый рост, от 109 до 119 мм – второй, от 119 и выше – третий.

Принцип действия респиратора основан на том, что при вдохе воздух последовательно проходит через фильтрующий полиуретановый слой маски, где очищается от грубодисперсной пыли, а затем через фильтрующий полимерный материал (ФП), в котором происходит очистка воздуха от тонкодисперсной пыли. После очистки вдыхаемый воздух через клапаны вдоха попадает в подмасочное пространство и в органы дыхания.

При выдохе воздух из подмасочного пространства выходит через клапан

выдоха наружу.

Чтобы подогнать респиратор У-2К (Р-2), нужно:

- вынуть его из полиэтиленового мешочка и проверить его исправность, надеть полумаску на лицо так, чтобы подбородок и нос разместились внутри нее, одна нерастягивающаяся тесьма оголовья располагалась бы на теменной части головы, а другая – на затылочной;
- с помощью пряжек, имеющих на тесемках, отрегулировать их длину (для чего следует снять полумаску) таким образом, чтобы надетая полумаска плотно прилегала к лицу;
- на подогнанной надетой полумаске прижать концы носового зажима к носу.

Для проверки плотности прилегания респиратора к лицу необходимо плотно закрыть отверстия предохранительного экрана клапана выдоха ладонью и сделать легкий выдох. Если при этом по линии прилегания полумаски к лицу воздух не выходит, а лишь несколько раздувает респиратор, значит, он надет герметично. Если воздух проходит в области носа, то надо плотнее прижать концы носового зажима.

После снятия респиратора необходимо удалить пыль с наружной части полумаски с помощью щетки или вытряхиванием. Внутреннюю поверхность необходимо протереть и просушить, после чего респиратор необходимо вложить в полиэтиленовый пакет, который закрывается кольцом. Противоаэрозольный респиратор Ф-62Ш (однопатронный) – это средство индивидуальной защиты органов дыхания человека от различных видов промышленных пылей, он не защищает от газов, паров вредных веществ, аэрозолей органических соединений. Предназначен для защиты от силикатной, металлургической, горнорудной, угольной, табачной пыли, пыли порошкообразных удобрений и интоксикантов, а также других видов пыли, не выделяющих токсичных газов. Широко применяется шахтерами. Респиратор противоаэрозольный ФА-2002 предназначен для защиты лица, глаз, органов дыхания от аэрозолей различной

природы (пыль, дым, туман) при их суммарной концентрации не более 15 ПДК и при концентрации кислорода не менее 17 % (Рис. 7.8).



Рис. 7.8. Респираторы противоаэрозольные Ф-62Ш и ФА-2002

Универсальные респираторы

Газопылезащитные респираторы занимают как бы промежуточное положение между респираторами противопылевыми и противогазами. Они легче, проще и удобнее в использовании, чем противогаз. Однако защищают только органы дыхания при концентрации вредных веществ не более 10–15 ПДК. Глаза, лицо остаются открытыми. Вместе с тем такие респираторы во многих случаях довольно надежно предохраняют человека в газовой и пылегазовой среде.

Респиратор газопылезащитный РУ-60М (рис. 7.9) защищает органы дыхания от воздействия вредных веществ, присутствующих в воздухе одновременно в виде паров, газов и аэрозолей (пыли, дыма, тумана).



Рис. 7.9. Респиратор газопылезащитный (РУ-60М)

Запрещается применять эти респираторы для защиты от высокотоксичных

веществ типа синильной кислоты, мышьяковистого, фосфористого, цианистого водорода, тетраэтилсвинца, низкомолекулярных углеводородов (метан, этан), а также от веществ, которые в парогазообразном состоянии могут проникнуть в организм через неповрежденную

кожу. Респиратор РУ-60М состоит из резиновой полумаски, обтюратора, поглощающих патронов (марки А, В, КД, Г), пластмассовых манжет с клапанами вдоха, клапана выдоха с предохранительным экраном и оголовья. С этими респираторами разрешается работать в средах, где концентрация пыли не более 100 мг/м³.

Противогазовые респираторы. Респиратор противогазовый (РПГ-

67) – это средство индивидуальной защиты, применяется на предприятиях химической, металлургической и в других отраслях производства при концентрациях вредных веществ, не превышающих 10–15 ПДК.

Газодымозащитный комплект. Статистика показывает, что пожары с большим количеством человеческих жертв чаще всего встречаются в гостиницах, театрах, универсамах, ресторанах, вечерних клубах, учебных заведениях, на предприятиях, использующих легковоспламеняющиеся материалы.

Помещения быстро заполняются окисью углерода и другими токсическими газами. Люди гибнут от отравлений. Чтобы защитить органы дыхания и глаза от ядовитых газов, а голову человека от огня при выходе из горящего помещения, создан специальный газодымозащитный комплект (Рис. 9.10).



Рис. 9.10 Газодымозащитный комплект

Газодымозащитный комплект (ГДЗК) состоит из огнестойкого капюшона с прозрачной смотровой пленкой. В нижней части расположена эластичная манжета.

Внутри капюшона находится резиновая полумаска, в которой закреплен фильтрующе-сорбирующий патрон с клапаном вдоха. ГДЗК имеет регулируемое оголовье. При надевании следует широко растянуть эластичную манжету и накинуть капюшон на голову так, чтобы

манжета плотно облежала шею, при этом длинные волосы заправляются под капюшон. Очки можно не снимать. ГДЗК обеспечивает защиту от окиси углерода и цианистого водорода не менее 15 мин. Сопротивление при вдохе при 30 л/мин – не более 149 Па (15 мм вод. ст.). Масса 800 г. Комплект хранится в картонной коробке в пакете из трехслойной полиэтиленовой пленки.

Капюшон «Феникс» предназначен для самостоятельной эвакуации из мест возможного отравления химически опасными и вредными веществами. Защищает от продуктов горения, аэрозолей, паров и газов, опасных химических веществ, образующихся при аварийных ситуациях (Рис. 9.11).

Самоспасатели СИП-1, СПИ-20, СПФ, «Экстремал ПРО» (Рис. 9.11) предназначены для индивидуальной защиты органов дыхания и зрения человека от вредного воздействия непригодной для дыхания, токсичной и задымленной газовой среды. Применяются при экстренной эвакуации людей в случае террористических актов, а также с мест пожара в общественных зданиях, на транспорте, из жилых домов и т. п.



*а**б**в**г*

Рис. 9.11. Самоспасатели:

а – СИП-1; б – СПИ-20; в – СПФ; г – капюшон «Феникс»; д – «Экстремал ПРО».

Самоспасатель противопожарный СИП-1 предназначен для защиты органов дыхания, зрения и головы при самостоятельной эвакуации из помещений (гостиниц, высотных зданий, вагонов) во время пожара или при других аварийных ситуациях, от любых вредных веществ независимо от их концентрации и при недостатке кислорода в воздухе.

Порядок выполнения работы

1. Записать название и цель работы.
2. Законспектировать виды и назначение противогазов в виде табл. 7.3.

Таблица 7.3

Виды и назначение противогазов

Наименование и марка	Назначение, вид веществ, от которых защищает	Комплектация	Примечание*
Фильтрующие противогазы			
Гражданские			
ГП-5			
...			

... т.			
д.			

*В примечании указать, для каких возрастных групп предназначен, особенности марки и т. п.

3. Указать правила пользования противогазами.
4. Измерить при помощи гибкого сантиметра лицевую часть головы и подобрать для себя размер противогаза ГП-5 (ГП-7) по росту.
5. Измерить при помощи гибкого сантиметра высоту своего лица и подобрать размер респиратора У-2К.
6. Показать отчет преподавателю.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Безопасность жизнедеятельности : учеб. для вузов / С. В. Белов [и др.] ; под общ. ред. С. В. Белова. – М.: Высш. шк., 2009. – 616 с.
2. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность в чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера : учеб. пособие для вузов / В. А. Акимов [и др.]. – М. : Высш. шк., 2008. – 592 с.
3. Безопасность жизнедеятельности. Защита населения и территорий в чрезвычайных ситуациях : учеб. пособие для вузов / Я. Д. Вишняков [и др.]. – М. : Академия, 2008. – 304 с.
4. Емельянов В. М., Коханов В. Н., Некрасов П. А. Защита населения и территорий в чрезвычайных ситуациях : учеб. пособие для вузов. – М. : Академический проект : Трикста, 2005. – 480 с.
5. Вознесенский В. В. Средства защиты органов дыхания и кожи. Противогазы, респираторы и защитная одежда, основы их эксплуатации : учеб. пособие. – М. : Воен. знания, 2010. – 80 с.

6. Семенов С. Н., Лысенко В. П. Проведение занятий по гражданской обороне : метод. пособие. – М. : Высш. шк., 1990. – 96 с.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 8. ИНЖЕНЕРНАЯ И ИНДИВИДУАЛЬНАЯ ЗАЩИТА. ВИДЫ ЗАЩИТНЫХ СООРУЖЕНИЙ И ПРАВИЛА ПОВЕДЕНИЯ В НИХ

Наименование работы: Действия населения при ЧС военного характера.

Цель: изучить действия населения при ЧС военного характера при угрозе применения радиационного, химического или биологического оружия, определить применяемые средства индивидуальной защиты, обосновать выбор защитных сооружений.

Время: 4 часа

Материально-техническое обеспечение: инструкционная карта, ручка, противогаз, респиратор, ватно-марлевая повязка

Методика выполнения

Задание:

1. Изучить индивидуальные средства защиты населения.
2. Изучить виды укрытий и правила поведения в убежищах и укрытиях.
3. Изучить применение СИЗ при угрозе применения химического и биологического оружия.
4. Отчет о работе оформить в виде плана-конспекта.
5. Заполнить таблицу.

№	ЧС	Опасность	Поражающие факторы	Основные средства защиты
---	----	-----------	--------------------	--------------------------

Ядерное оружие – самое страшное оружие современности. Поражение людей при его применении зависит от того, где они находились в момент ядерного взрыва. Наиболее эффективным средством защиты от всех поражающих факторов ядерного оружия являются убежища (укрытия). Находясь в убежищах (укрытиях), необходимо постоянно держать в готовности к немедленному использованию средства индивидуальной защиты. Средства индивидуальной защиты подразделяют на средства индивидуальной защиты

органов дыхания (СИЗОД), средства индивидуальной защиты глаз (СИЗГ), средства индивидуальной защиты кожи (СИЗК). К средствам защиты органов дыхания человека относятся противогазы (фильтрующие (рис.8.1.) и изолирующие (рис.2.)) и респираторы (рис.3.), а также простейшие средства защиты – противопыльные тканевые маски (ПТМ-1) (рис.4.) и ватно-марлевые повязки (рис.5.), изготавливаемые обычно силами самого населения.

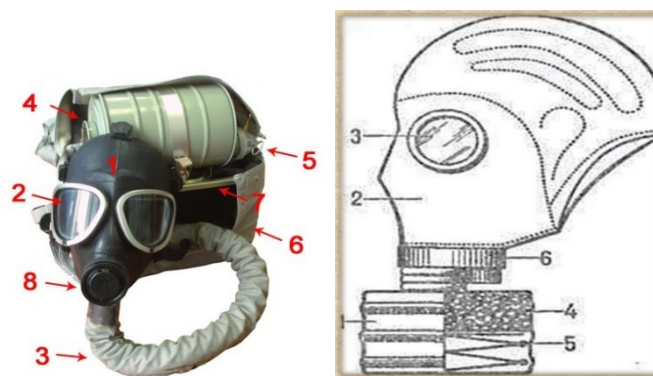


Рис. 8.1 Фильтрующий противогаз

1-фильтрующе-поглощающая коробка; 2-лицевая часть противогаза; 3-очковой узел; 4-шихга (обеспечивает поглощение паров и газов, и токсичных в-в); 5-ПАФ (противоаэрозольный фильтр); 6-клапанная коробка.



Рис.8.2. Изолирующий противогаз

1-лицевая часть, 2-очковый узел, 3-соединительная трубка, 4-регенераторный патрон, 5-пусковое устройство патрона, 6-дыхательный мешок, 7-каркас, 8-устройство для переговоров.

Порядок надевания противогаза:

1. По команде «Газы!» задержите дыхание, не вдыхая воздух.
2. Закрыть глаза.
3. Достать противогаз из противогазной сумки, левой рукой доставая противогаз, а правой держа сумку снизу.
4. Вынуть пробку-заглушку из противогазной коробки.

5. Перед надеванием противогаза расположить большие пальцы рук снаружи, а остальные внутри.

6. Приложить нижнюю часть шлем-маски на подбородок.

7. Резко натянуть противогаз на голову снизу-вверх.

8. Выдохнуть.

9. Необходимо, чтобы после не образовалось складок, очковый узел должен быть расположен на уровне глаз.

10. Перевести сумку на бок.

Снятие:

1. По команде «Отбой!» брать за фильтровальную коробку и, потянув сверху-вниз, снять его.

2. Убрать противогаз в противогазную сумку.

3. Застегнуть пуговицы.

Таблица 8.0

Подбор размера противогаза

Обхват головы	Размер противогаза
До 63	0
63,5-65,5	1
66-68	2
68,5-70,5	3
71 и более	4

В качестве защиты органов дыхания от радиоактивной пыли и различных вредных аэрозолей могут быть использованы респираторы. Они просты в применении, малогабаритны и рассчитаны на массовое применение. Широко используются при выполнении работ, связанных с пылеобразованием.

Респиратор представляет собой фильтрующую полумаску, снабженную двумя клапанами вдоха, клапаном выхода (с предохранительным экраном), оголовьем, состоящим из эластичных растягивающихся (и не растягивающихся) тесемок, и носовым зажимом. Работать в нем можно до 12 ч

Респираторы Р-2 изготавливаются трех ростов -1,2 и 3-го, которые обозначаются внутренней подбородочной части полумаски.

Простейшими средствами защиты органов дыхания человека от радиоактивной пыли и биологических средств (при действиях во вторичном облаке) являются противопыльная тканевая маска ПТМ-1 (рис.8.3).

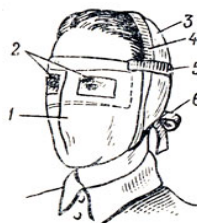


Рис.8.3. Противопыльная тканевая маска

1-корпус маски, 2-смотровые отверстия, 3-крепления, 4-резиновая тесьма, 5-поперечная резинка, 6-завязки.

И ватно-марлевая повязка (рис.8.4.) От ОВ (отравляющих веществ) они не защищают. Их изготавливает преимущественно само население. Маска состоит из корпуса и крепления. Корпус шьется из двух одинаковых по форме тканевых фильтрующих половинок, собранных на 4-5 слоев. На нем имеются смотровые отверстия со вставленными стеклами. Крепится маска на голове при помощи вставленной резинки и двух завязок.

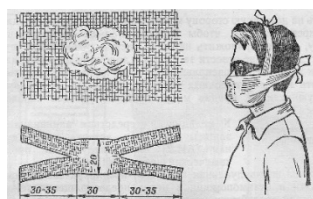


Рис.8.4. Ватно-марлевая повязка

Ватно-марлевая повязка изготавливается из куска марли размером 100 x50 см и ваты. На марлю накладывают слой ваты толщиной 2-3 см, длиной 30 см, шириной 20 см. Марлю с обеих сторон загибают и накладывают на вату. Концы марли разрезают на 30-35 см с каждой стороны, чтобы образовались две пары завязок. Марлевые повязки делают из 10-12 слоев марли. Они шьются также в виде маски, закрывающей лицо или только подбородок, нос и рот. Для защиты глаз используются противопыльные очки.



Рис.8.5.Защитные очки

К средствам индивидуальной защиты глаз (СИЗГ), в первую очередь, относятся защитные очки, предохраняющие от пыли, твердых частиц, химически неагрессивных жидкостей и газов, от слепящего яркого света, ультрафиолетового, инфракрасного излучения и от сочетания излучений указанных видов с воздействия летящих твердых частиц, а так же очки защищающие от лазерного излучения и других опасных факторов.

К средствам индивидуальной защиты кожи (СИЗК) относят защитную одежду фильтрующего и изолирующего типа. К изолирующим средствам защиты кожи относятся общевойсковой комплексный защитный костюм (ОКЗК), общевойсковой защитный комплекс (ОЗК) (рис.8.6.), легкий защитный костюм (Л-1) , защитный комбинезон или костюм.



Рис. 8.6 Защитный костюм

Общевойсковой комплексный защитный костюм (ОЗК) предназначен для комплексной защиты от светового излучения и радиоактивной пыли, паров и аэрозолей ОВ и биологических аэрозолей. Он состоит из пропитанных специальным составом куртки, брюк, защитного белья, головного убора, подшлемника.

Простейшие средства защиты кожи применяются при отсутствии табельных средств. Может быть использована прежде всего производственная одежда (спецовка) – куртка и брюки, комбинезоны, халаты с капюшоном, сшитые из брезента, огнезащитной или прорезиненной ткани, грубого сукна. Они способны не только защищать от попадания на кожу людей радиоактивных веществ и биологических средств, но и не пропускать в течение некоторого времени капельножидких отравляющих веществ.

Обычная одежда, обработанная специальной пропиткой, может защищать и от паров отравляющих веществ. В качестве пропитки используют моющие средства или мыльно-масляную эмульсию. Основные представители неионогенных моющих средств – ОП-7 и ОП-10 (ОП-7иОП-10 - вспомогательные вещества, представляющие собой продукты обработки смеси моно- и диалкилфенолов окисью этилена. Вспомогательные вещества ОП-7 и ОП-10 относятся к неионогенным поверхностно-активным веществам. Применяются в качестве смачивающих, эмульгирующих, стабилизирующих поверхностно-активных веществ. Хорошо растворимы в воде). Синтетические моющие средства в чистом виде используются редко и служат исходным материалом для приготовления моющих средств, которые состоят из моющего вещества, активных добавок (соли фосфорной кислоты, сульфат натрия, метасиликат натрия и др.) и веществ, предохраняющих кожу (карбоксиметилцеллюлоза, дермоланы – высокомолекулярные циклические соединения, содержащие группы SO_2, NH_4 , далгоны – конденсированные фосфаты).

Придать повседневной одежде защитные от отравляющих веществ свойства можно, пропитав ее раствором, который может быть приготовлен в домашних условиях. 2,5-3 л раствора, необходимого для пропитки одного комплекта одежды, можно получить если растворить 250-300 г измельченного хозяйственного мыла в 2-3 л горячей воды (60-70 ° C), добавить в раствор 0,5 л минерального (машинного) и другого масла и, подогревая, перемешивать раствор до получения однородной мыльно-масляной эмульсии. Одежду помещают в большую емкость (бак, ведро) и заливают раствором. Пропитанная одежда отжимается и просушивается (утюжке не подлежит).

В летнюю жаркую погоду необходимо соблюдать установленные сроки работы в защитной одежде. Зимой для предупреждения обмороживания следует надевать ее на ватник, использовать подшлемник, теплые портянки, в резиновые сапоги подкладывать теплые стельки, защитные перчатки одевать поверх обычных шерстяных или фланелевых. Обычно длительность пребывания людей в убежищах зависит от степени радиоактивного заражения местности. Если убежище находится в зоне заражения с уровнями радиации от 8 до 80 Р/ч через один час после ядерного взрыва, то время пребывания в нем укрываемых людей составит от нескольких часов до одних суток (рис.8.7) .



Рис.8. 7. Ватно-марлевая повязка

В зоне заражения с уровнями радиации от 80 до 240 Р/ч нахождение людей в защитном сооружении увеличивается до 3 сут. В зоне заражения с уровнем радиации 240 Р/ч и выше это время составит 3 сут. и более. По истечении указанных сроков из убежищ (укрытий) можно перейти в жилые помещения. В течение последующих 1-4 сут. (в зависимости от уровней радиации в зонах

заражения) из таких помещений можно периодически выходить наружу, но не более чем на 3-4 ч в сутки.

В условиях сухой и ветреной погоды, когда возможно пылеобразование, при выходе из помещений следует использовать СИЗОД. Чтобы благополучно пережить указанные сроки пребывания в убежищах, необходимо иметь запасы продуктов питания (не менее чем на 4 сут. (крупы, сахар и соль, галеты, сухари, консервы, макаронные изделия, мука, сухофрукты, шоколад, подсолнечное масло, мед, варенье, уксус, вода)), питьевой воды (из расчета 3 л на человека в сутки), а также предметы первой необходимости и медикаменты.

Если в результате ядерного взрыва убежище (укрытие) окажется поврежденным, принимают меры к быстрому выходу из него, надев СИЗОД. Если основным и ли запасным выходом воспользоваться невозможно, приступают к расчистке одного из заваленных выходов или к проделыванию выхода. После выхода из очага ядерного поражения (зоны радиоактивного заражения) необходимо провести частичную дезактивацию и санитарную обработку, т.е. удалить радиоактивную пыль. При частичной дезактивации следует осторожно снять одежду, ни в коем случае не снимая СИЗОД. Встав спиной к ветру, вытряхнуть ее, развесить одежду на перекладине или веревке и обмести с нее пыль сверху вниз с помощью щетки или веника. Одежду можно выколачивать и палкой.

После этого следует продезактивировать обувь: протереть тряпками и ветошью, смоченными водой, очистить веником или щеткой. Резиновую обувь можно мыть. Противогаз дезактивируют в особой последовательности. Фильтрующе-поглощающую коробку вынимают из сумки, сумку тщательно вытряхивают. Затем тампоном, смоченным мыльной воде, моющим раствором или жидкостью из противохимического пакета обрабатывают фильтрующе-поглощающую коробку, соединительную трубку и наружную поверхность шлема-маски (маски). Лишь после этого противогаз снимают.

Противопыльные тканевые маски при дезактивации тщательно вытряхивают, чистят щетками, при возможности полощут или стирают в воде. Зараженные ватно-марлевые повязки сжигают. При частичной санитарной обработке открытые участки тела: руки, лицо, шею, глаза обмывают незараженной водой. Нос, рот и горло полощут. Важно, чтобы при обмывке лица зараженная вода не попала в глаза, рот и нос. При недостатке воды обработку проводят путем многократного протирания участков тела тампонами из марли (ваты, пакли, ветоши), смоченными незараженной водой. Протирание следует проводить сверху вниз, каждый раз переворачивая тампон чистой стороной. Зимой может использоваться незараженный снег.

Летом санитарную обработку можно организовать в реке или другом проточном водоеме. Частичная дезактивация и санитарная обработка, проводимые в одноразовом порядке, не всегда гарантируют полное удаление радиоактивной пыли. Потому после их проведения обязательно проводится дозиметрический контроль. Если заражение одежды и тела окажется выше допустимой нормы, частичные дезактивацию и санитарную обработку повторяют. В необходимых случаях проводится полная санитарная обработка. Своевременно проведенные частичные дезактивация и санитарная обработка могут полностью предотвратить или сильно снизить степень поражения людей радиоактивными веществами.

Если люди во время ядерного взрыва находятся вне убежища укрытия, следует использовать естественные ближайшие укрытия (рис.10). Если таких укрытий нет, надо повернуться к взрыву спиной, лечь на землю лицом вниз, руки спрятать под себя. Через 15-20 с. после взрыва, когда пройдет ударная волна, следует встать и немедленно надеть противогаз, респиратор или какое-либо другое СИЗОД. В случае отсутствия специальных средств следует закрыть рот и нос платком, шарфом или плотным материалом.

Задача состоит в том, чтобы исключить попадание внутрь организма радиоактивных веществ. Их поражающее действие бывает значительным в

течение длительного времени, поскольку выведение их из организма происходит медленно. Далее необходимо стряхнуть осевшую на одежду и обувь пыль, надеть имеющиеся средства защиты кожи.

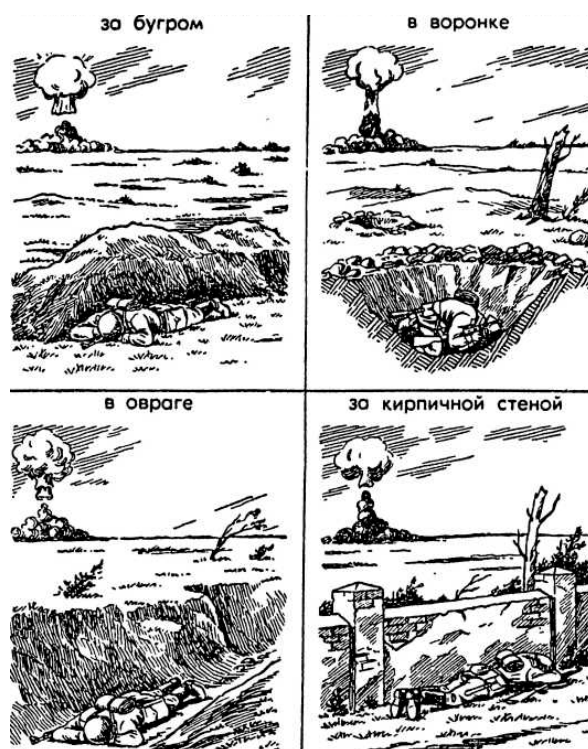


Рис 8.8 Естественные укрытия при внезапном ядерном взрыве

Для этого можно использовать имеющиеся одежду и обувь. Затем следует побыстрее покинуть очаг поражения или укрыться в ближайшем защитном сооружении.

Оставаться на зараженной радиоактивными веществами местности вне убежищ (укрытий), несмотря на использование средств индивидуальной защиты, опасно. Это сопряжено с возможностью облучения и, как следствие, развития лучевой болезни. В целях уменьшения возможности поражения радиоактивными веществами в зонах заражения запрещается принимать пищу, пить и курить. Приготовление пищи должно вестись на незараженной местности или, в крайнем случае, на местности, где уровень радиации не превышает 1 Р/ч. При выходе из очага поражения необходимо учитывать, что в результате ядерных взрывов разрушаются здания, сети коммунального хозяйства. При этом отдельные элементы зданий могут обрушиться через некоторое время после взрыва.

Продвигаться надо посередине улицы, стараясь возможно быстрее попасть в безопасное место. Нельзя трогать электропровода. Направление движения из очага поражения следует выбирать, ориентируясь на знаки ограждения, расставленные разведкой гражданской обороны. Они ведут в сторону снижения уровней радиации. Двигаясь по зараженной территории, надо стараться не поднимать пыли, обходить лужи, не создавать брызг.

В результате применения химического оружия возникают очаги химического поражения-территории, в пределах которой в результате воздействия химического оружия произошли массовые поражения людей и сельскохозяйственных животных. Размеры очага зависят от масштаба и способа применения БТХВ (боевые токсичные химические вещества - это химические соединения, которые способны поражать людей и животных на больших площадях, проникать в различные сооружения, заражать местность и водоемы), его типа метеорологических условий, рельефа местности. Особенно опасны стойкие БТХВ нервнопаралитического действия. Их пары распространяются по ветру на довольно большое расстояние (15-25 км и более). Поэтому люди и животные могут быть поражены ими не только в районе применения химических боеприпасов, но и далеко за его пределами. Длительность поражающего действия БТХВ тем меньше, чем сильнее ветер и восходящие потоки воздуха. В лесах, парках, оврагах, на узких улицах они сохраняются дольше, чем на открытой местности. Современные отравляющие вещества обладают чрезвычайно высокой токсичностью.

При обнаружении признаков применения противником отравляющих веществ, далее ОВ (по сигналу «Химическая тревога») надо срочно надеть противогаз, а в случае необходимости - средства защиты кожи. Если поблизости имеется убежище, нужно укрыться в нем. Перед тем как войти в убежище, следует снять использованные средства защиты кожи и верхнюю одежду и оставить их в тамбуре убежища. Эта мера предосторожности исключает занос ОВ в убежище. Противогаз снимают после входа в убежище.

При пользовании укрытием, например, подвалом, не следует забывать, что оно может служить защитой лишь от попадания на кожные покровы и одежду капельножидких ОВ. Однако оно не защищает от паров или аэрозолей отравляющих веществ, находящихся в воздухе. Находясь в таких укрытиях, при наружном заражении обязательно надо воспользоваться противогазом. Находиться в убежище (укрытии) следует до получения распоряжения на выход из него. Когда такое распоряжение поступит, необходимо надеть требуемые средства индивидуальной защиты - противогазы и средства защиты кожи и выйти за пределы очага поражения по направлениям, обозначенным специальными указателями. Если нет ни указателей, ни постов, то двигаться следует перпендикулярно направлению ветра.

На зараженной ОВ территории надо двигаться быстро, но не пыль (брызги). Нельзя прислоняться к зданиям и прикасаться к окружающим предметам. Не следует наступать на видимые капли и мазки ОВ. На зараженной территории запрещается снимать противогазы и другие средства защиты. Особо осторожно нужно двигаться через парки, сады, огороды и поля. На листьях и ветках растений могут находиться осевшие капли ОВ, при прикосновении к ним можно заразить одежду и обувь, что может привести к поражению.

По возможности следует избегать движения оврагами и лощинами, через луга и болота, в этих местах возможен длительный застой паров ОВ. В городах пары ОВ могут застаиваться в замкнутых кварталах, парках, а также в подъездах и на чердаках домов. Зараженное облако в городе распространяется на наибольшие расстояния по улицам, тоннелям, трубопроводам.

ОВ на кожных покровах, одежде, обуви или средствах индивидуальной защиты необходимо немедленно снять их тампонами из марли или ваты; если таких тампонов нет, капли ОВ можно снять тампонами из бумаги или ветоши. Пораженные места следует обработать раствором из противохимического пакета или тщательно промыть теплой водой с мылом. После выхода из очага

химического поражения немедленно проводится полная санитарная обработка. Если это невозможно, проводятся частичные дегазация и санитарная обработка.

Очагом биологического поражения считаются территории, подвергшиеся непосредственному воздействию бактериальных (биологических) средств, создающих источник распространения инфекционных заболеваний. Заражение людей и животных происходит в результате вдыхания зараженного воздуха, попадания микробов или токсинов на слизистую оболочку и поврежденную кожу, употребления в пищу зараженных продуктов питания и воды.

Причиной заражения могут быть укусы зараженных насекомых и клещей, соприкосновения с зараженными предметами, ранения осколками боеприпасов, снаряженных БС (биологические средства поражения - общее название болезнетворных микроорганизмов и продуктов их жизнедеятельности, предназначенных для использования в системах биологического оружия с целью поражения людей, животных и растений). Заражение возможно также в результате непосредственного общения с больными людьми (животными). Ряд заболеваний быстро передается от больных людей к здоровым и вызывает эпидемии (чума, холера, тиф, грипп и др.). К основным средствам защиты населения от биологического оружия относятся вакциносыывороточные препараты, антибиотики, сульфамидные и другие лекарственные вещества, используемые для специальной и экстренной профилактики инфекционных болезней.

Употребимы такие средства индивидуальной и коллективной защиты. Своевременное и правильное применение средств индивидуальной защиты и защитных сооружений предохранит от попадания БС в органы дыхания, на кожные покровы и одежду. Необходимо строгое соблюдение правил личной гигиены и санитарно-гигиенических требований к питанию и водоснабжению населения. Приготовление и прием пищи должны исключать возможность ее заражения бактериальными средствами. Посуду необходимо мыть дезинфицирующими растворами или обрабатывать кипячением. В случае

применения противником биологического оружия возможно возникновение значительного количества инфекционных заболеваний.

Основными формами борьбы с эпидемиями являются обсервация и карантин. Делается это в тех случаях, когда примененные возбудители болезней относятся к особо опасным (чума, холера и др.). Карантинный режим предусматривает полную изоляцию очага поражения от окружающего населения. Это наиболее эффективный способ противодействия распространению инфекционных заболеваний. На внешних границах зоны карантина устанавливается вооруженная охрана, выход людей, вывод животных и вывоз имущества запрещаются. Транзитный проезд транспорта через очаги поражения запрещается. Объекты экономики переходят на особый режим работы со строгим выполнением противоэпидемических требований. Рабочие смены разбиваются на отдельные группы как можно более малочисленные по составу. Контакт между ними сокращается до минимума. Питание и отдых рабочих и служащих организуются по группам в специально отведенных для этого помещениях. Работа учебных заведений, зрелищных учреждений, рынков и т.д. прекращается. Людям не разрешается без крайней необходимости выходить из своих квартир. Продукты питания, вода и предметы первой необходимости доставляются им специальными командами.

При выполнении срочных работ вне зданий люди должны быть обязательно в средствах индивидуальной защиты. Если установленный вид возбудителя не относится к группе особо опасных, вместо карантина применяется обсервация. Она предусматривает медицинское наблюдение за очагом поражения и проведение необходимых лечебно-профилактических мероприятий. Изоляционно-ограничительные меры при обсервации менее строгие: организуются дезинфекция, дезинсекция и дератизация.

Дезинфекция имеет целью обеззараживание объектов внешней среды, которые необходимы для нормальной деятельности и безопасного нахождения

людей. Для дезинфекции применяются растворы хлорной извести и хлорамина, лизол, формалин, могут использоваться горячая вода (с мылом или содой) и пар.

Дезинсекция и дератизация—это мероприятия, связанные соответственно с уничтожением насекомых и истреблением грызунов, которые являются переносчиками инфекционных заболеваний. Для уничтожения насекомых применяют физические (кипячение, проглаживание накалившим утюгом и др.), химические (применение дезинсектирующих средств) и комбинированные способы.

Истребление грызунов в большинстве случаев проводят с помощью механических приспособлений (ловушек различных типов) и химических препаратов. После проведения дезинфекции, дезинсекции и дератизации проводится полная санитарная обработка лиц, принимавших участие в осуществлении названных мероприятий. При необходимости организуется санитарная обработка и остального населения.

Контрольные вопросы

1. Перечислите СИЗОД.
2. Перечислите СИЗ кожи.
3. Назовите порядок изготовления ВМП.
4. При каких опасностях используются индивидуальные средства защиты?
5. Что является основным средством защиты при угрозе применения ядерного оружия?
6. Что относится к основным средствам защиты населения от биологического оружия?
7. Какие индивидуальные средства защиты применяются при химической угрозе?
8. Какие действия предполагает санитарная обработка?
9. В чем отличие дезинфекции от дезинсекции?

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Косолапова Н.В. Основы безопасности жизнедеятельности: учебник / Н.В. Косолапова, Н.А. Прокопенко. – 3-е изд., стереот., - М.: Академия, 2013. – 320 с.: ил.
2. Безопасности жизнедеятельности: учебник / Е.А. Арустамов. – 9-е изд., стереот., - М.: Академия, 2013 с.: ис.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

Гладкова И. В., доцент, канд. филос. н.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ**

**РАЗВИТИЕ НАВЫКОВ КРИТИЧЕСКОГО
МЫШЛЕНИЯ**

Направление

29.03.04 Технология художественной обработки материалов

Профиль

Технология художественной обработки материалов

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	3
1	Методические рекомендации по работе с текстом лекций	5
2	Методические рекомендации по подготовке к опросу	8
3	Методические рекомендации по подготовке доклада (презентации)	9
4	Методические рекомендации по написанию эссе	11
5	Методические рекомендации по подготовке к семинарским занятиям	14
6	Методические рекомендации по подготовке к дискуссии	15
7	Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов	17
	Заключение	20
	Список использованных источников	21

ВВЕДЕНИЕ

Инициативная самостоятельная работа студента есть неотъемлемая составная часть учебы в вузе. В современном формате высшего образования значительно возрастает роль самостоятельной работы студента. Правильно спланированная и организованная самостоятельная работа обеспечивает достижение высоких результатов в учебе.

Самостоятельная работа студента (СРС) - это планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия, при сохранении ведущей роли студентов.

Целью СРС является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками по профилю будущей специальности, опытом творческой, исследовательской деятельности, развитие самостоятельности. Ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровней. Самостоятельная работа студента – важнейшая составная часть учебного процесса, обязательная для каждого студента, объем которой определяется учебным планом. Методологическую основу СРС составляет деятельностный подход, при котором цели обучения ориентированы на формирование умений решать типовые и нетиповые задачи, т. е. на реальные ситуации, в которых студентам надо проявить знание конкретной дисциплины. Предметно и содержательно СРС определяется государственным образовательным стандартом, действующими учебными планами и образовательными программами различных форм обучения, рабочими программами учебных дисциплин, средствами обеспечения СРС: учебниками, учебными пособиями и методическими руководствами, учебно-программными комплексами и т.д.

Самостоятельная работа студентов может рассматриваться как организационная форма обучения - система педагогических условий, обеспечивающих управление учебной деятельностью студентов по освоению знаний и умений в области учебной и научной деятельности без посторонней помощи.

Самостоятельная работа студентов проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирования практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развития исследовательских умений;
- получения навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

Самостоятельная работа студента - это особым образом организованная деятельность, включающая в свою структуру такие компоненты, как:

- уяснение цели и поставленной учебной задачи;
- четкое и системное планирование самостоятельной работы;
- поиск необходимой учебной и научной информации;
- освоение информации и ее логическая переработка;
- использование методов исследовательской, научно-исследовательской работы для решения поставленных задач;
- выработка собственной позиции по поводу полученной задачи;

- представление, обоснование и защита полученного решения;
- проведение самоанализа и самоконтроля.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы: аудиторная и внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию: текущие консультации, коллоквиум, прием и разбор домашних заданий и другие.

Внеаудиторная самостоятельная работа - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия: подготовка презентаций, составление глоссария, подготовка к практическим занятиям, подготовка рецензий, аннотаций на статью, подготовка к дискуссиям, круглым столам.

СРС может включать следующие формы работ:

- изучение лекционного материала;
- работа с источниками литературы: поиск, подбор и обзор литературы и электронных источников информации по заданной проблеме курса;
- выполнение домашних заданий, выдаваемых на практических занятиях: тестов, докладов, контрольных работ и других форм текущего контроля;
- изучение материала, вынесенного на самостоятельное изучение; подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к контрольной работе или коллоквиуму;
- подготовка к зачету, экзамену, другим аттестациям;
- написание реферата, эссе по заданной проблеме;
- выполнение расчетно-графической работы;
- выполнение выполнения курсовой работы или проекта;
- анализ научной публикации по определенной преподавателем теме, ее реферирование;
- исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах.

Особенностью организации самостоятельной работы студентов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета /экзамена, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения. Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует студентам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов online и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

Подготовка к самостоятельной работе, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется студентами инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, контрольные работы, защита творческих работ и электронных презентаций и др.

1. Методические рекомендации по работе с текстом лекций

На лекционных занятиях необходимо конспектировать учебный материал. Обращать внимание на формулировки, определения, раскрывающие содержание тех или иных понятий, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском мастерстве. Внимательное слушание и конспектирование лекций предполагает интенсивную умственную деятельность студента, и помогает усвоить учебный материал.

Желательно оставлять в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений, фиксировать вопросы, вызывающие личный интерес, варианты ответов на них, сомнения, проблемы, спорные положения. Рекомендуется вести записи на одной стороне листа, оставляя вторую сторону для размышлений, разборов, вопросов, ответов на них, для фиксирования деталей темы или связанных с ней фактов, которые припоминаются самим студентом в ходе слушания.

Слушание лекций - сложный вид интеллектуальной деятельности, успех которой обусловлен *умением слушать*, и стремлением воспринимать материал, нужное записывая в тетрадь. Запись лекции помогает сосредоточить внимание на главном, в ходе самой лекции продумать и осмыслить услышанное, осознать план и логику изложения материала преподавателем.

Такая работа нередко вызывает трудности у студентов: некоторые стремятся записывать все дословно, другие пишут отрывочно, хаотично. Чтобы избежать этих ошибок, целесообразно придерживаться ряда правил.

1. После записи ориентирующих и направляющих внимание данных (тема, цель, план лекции, рекомендованная литература) важно попытаться проследить, как они раскрываются в содержании, подкрепляются формулировками, доказательствами, а затем и выводами.

2. Записывать следует основные положения и доказывающие их аргументы, наиболее яркие примеры и факты, поставленные преподавателем вопросы для самостоятельной проработки.

3. Стремиться к четкости записи, ее последовательности, выделяя темы, подтемы, вопросы и подвопросы, используя цифровую и буквенную нумерацию (римские и арабские цифры, большие и малые буквы), красные строки, выделение абзацев, подчеркивание главного и т.д.

Форма записи материала может быть различной - в зависимости от специфики изучаемого предмета. Это может быть стиль учебной программы (назывные предложения), уместны и свои краткие пояснения к записям.

Студентам не следует подробно записывать на лекции «все подряд», но обязательно фиксировать то, что преподаватели диктуют – это базовый конспект, содержащий основные положения лекции: определения, выводы, параметры, критерии, аксиомы, постулаты, парадигмы, концепции, ситуации, а также мысли-маяки (ими часто являются афоризмы, цитаты, остроумные изречения). Запись лекции лучше вести в сжатой форме, короткими и четкими фразами. Каждому студенту полезно выработать свою систему сокращений, в которой он мог бы разобраться легко и безошибочно.

Даже отлично записанная лекция предполагает дальнейшую самостоятельную работу над ней (осмысление ее содержания, логической структуры, выводов). С целью доработки конспекта лекции необходимо в первую очередь прочитать записи, восстановить текст в памяти, а также исправить опiski, расшифровать не принятые ранее сокращения, заполнить пропущенные места, понять текст, вникнуть в его смысл. Далее прочитать материал по рекомендуемой литературе, разрешая в ходе чтения возникшие ранее затруднения, вопросы, а также дополняя и исправляя свои записи. В ходе доработки конспекта углубляются, расширяются и закрепляются знания, а также дополняется, исправляется и совершенствуется конспект. Доработанный конспект и рекомендуемая

литература используется при подготовке к практическому занятию. Знание лекционного материала при подготовке к практическому занятию обязательно.

Особенно важно в процессе самостоятельной работы над лекцией выделить новый понятийный аппарат, уяснить суть новых понятий, при необходимости обратиться к словарям и другим источникам, заодно устранив неточности в записях. Главное - вести конспект аккуратно и регулярно, только в этом случае он сможет стать подспорьем в изучении дисциплины.

Работа над лекцией стимулирует самостоятельный поиск ответов на самые различные вопросы: над какими понятиями следует поработать, какие обобщения сделать, какой дополнительный материал привлечь.

Важным средством, направляющим самообразование, является выполнение различных заданий по тексту лекции, например, составление ее развернутого плана или тезисов; ответы на вопросы проблемного характера, (скажем, об основных тенденциях развития той или иной проблемы); составление проверочных тестов по проблеме, написание по ней реферата, составление графических схем.

По своим задачам лекции могут быть разных жанров: *установочная лекция* вводит в изучение курса, предмета, проблем (что и как изучать), а *обобщающая лекция* позволяет подвести итог (зачем изучать), выделить главное, усвоить законы развития знания, преемственности, новаторства, чтобы применить обобщенный позитивный опыт к решению современных практических задач. Обобщающая лекция ориентирует в истории и современном состоянии научной проблемы.

В процессе освоения материалов обобщающих лекций студенты могут выполнять задания разного уровня. Например: задания *репродуктивного* уровня (составить развернутый план обобщающей лекции, составить тезисы по материалам лекции); задания *продуктивного* уровня (ответить на вопросы проблемного характера, составить опорный конспект по схеме, выявить основные тенденции развития проблемы); задания *творческого* уровня (составить проверочные тесты по теме, защитить реферат и графические темы по данной проблеме). Обращение к ранее изученному материалу не только помогает восстановить в памяти известные положения, выводы, но и приводит разрозненные знания в систему, углубляет и расширяет их. Каждый возврат к старому материалу позволяет найти в нем что-то новое, переосмыслить его с иных позиций, определить для него наиболее подходящее место в уже имеющейся системе знаний.

2. Методические указания по подготовке к опросу

Самостоятельная работа обучающихся включает подготовку к устному или письменному опросу на семинарских занятиях. Для этого обучающийся изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

Письменный опрос

Письменный опрос является одной из форм текущего контроля успеваемости студента. При изучении материала студент должен убедиться, что хорошо понимает основную терминологию темы, умеет ее использовать в нужном контексте. Желательно составить краткий конспект ответа на предполагаемые вопросы письменной работы, чтобы убедиться в том, что студент владеет материалом и может аргументировано, логично и грамотно письменно изложить ответ на вопрос. Следует обратить особое внимание на написание профессиональных терминов, чтобы избежать грамматических ошибок в работе. При изучении новой для студента терминологии рекомендуется изготовить карточки, которые содержат новый термин и его расшифровку, что значительно облегчит работу над материалом.

Устный опрос

Целью устного собеседования являются обобщение и закрепление изученного курса. Студентам предлагаются для освещения сквозные концептуальные проблемы. При подготовке следует использовать лекционный материал и учебную литературу. Для более глубокого постижения курса и более основательной подготовки рекомендуется познакомиться с указанной дополнительной литературой. Готовясь к семинару, студент должен, прежде всего, ознакомиться с общим планом семинарского занятия. Следует внимательно прочесть свой конспект лекции по изучаемой теме и рекомендуемую к теме семинара литературу. С незнакомыми терминами и понятиями следует ознакомиться в предлагаемом глоссарии, словаре или энциклопедии ¹.

Критерии качества устного ответа.

1. Правильность ответа по содержанию.
2. Полнота и глубина ответа.
3. Сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала).
4. Логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться профессиональной терминологией).
5. Рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели).
6. Своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе).
7. Использование дополнительного материала (приветствуется, но не обязательно для всех студентов).
8. Рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей студентов)².

¹ Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://lesgaft.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii_dlya_studentov_21.pdf

² Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: http://priab.ru/images/metod_agro/Metod_Inostran_yazyk_35.03.04_Agro_15.01.2016.pdf

Ответ на каждый вопрос из плана семинарского занятия должен быть содержательным и аргументированным. Для этого следует использовать документы, монографическую, учебную и справочную литературу.

Для успешной подготовки к устному опросу, студент должен законспектировать рекомендуемую литературу, внимательно осмыслить лекционный материал и сделать выводы. Объем времени на подготовку к устному опросу зависит от сложности темы и особенностей организации обучающимся своей самостоятельной работы.

3. Методические рекомендации по подготовке доклада (презентации)

Доклад – публичное сообщение по заданной теме, представляющее собой развернутое изложение на определенную тему, вид самостоятельной работы, который используется в учебных и внеаудиторных занятиях и способствует формированию навыков исследовательской работы, освоению методов научного познания, приобретению навыков публичного выступления, расширяет познавательные интересы, приучает критически мыслить.

При подготовке доклада используется дополнительная литература, систематизируется материал. Работа над докладом не только позволяет учащемуся приобрести новые знания, но и способствует формированию важных научно-исследовательских навыков самостоятельной работы с научной литературой, что повышает познавательный интерес к научному познанию.

Приветствуется использование мультимедийных технологий, подготовка докладов-презентаций.

Доклад должен соответствовать следующим требованиям:

- тема доклада должна быть согласованна с преподавателем и соответствовать теме занятия;
- иллюстрации (слайды в презентации) должны быть достаточными, но не чрезмерными;
- материалы, которыми пользуется студент при подготовке доклада-презентации, должны соответствовать научно-методическим требованиям ВУЗа и быть указаны в докладе;
- необходимо соблюдать регламент: 7-10 минут выступления.

Преподаватель может дать тему сразу нескольким студентам одной группы, по принципу: докладчик и оппонент. Студенты могут подготовить два выступления с противоположными точками зрения и устроить дискуссию по проблемной теме. Докладчики и содокладчики во многом определяют содержание, стиль, активность данного занятия, для этого необходимо:

- использовать технические средства;
- знать и хорошо ориентироваться в теме всей презентации (семинара);
- уметь дискутировать и быстро отвечать на вопросы;
- четко выполнять установленный регламент: докладчик - 7-10 мин.; содокладчик - 5 мин.; дискуссия - 10 мин;
- иметь представление о композиционной структуре доклада.

После выступления докладчик и содокладчик, должны ответить на вопросы слушателей.

В подготовке доклада выделяют следующие этапы:

1. Определение цели доклада: информировать, объяснить, обсудить что-то (проблему, решение, ситуацию и т. п.)
2. Подбор литературы, иллюстративных примеров.
3. Составление плана доклада, систематизация материала, композиционное оформление доклада в виде печатного /рукописного текста и электронной презентации.

Общая структура доклада

Построение доклада включает три части: вступление, основную часть и заключение.

Вступление.

Вступление должно содержать:

- название презентации (доклада);
- сообщение основной идеи;
- обоснование актуальности обсуждаемого вопроса;
- современную оценку предмета изложения;

- краткое перечисление рассматриваемых вопросов;
- живую интересную форму изложения;
- акцентирование оригинальности подхода.

Основная часть.

Основная часть состоит из нескольких разделов, постепенно раскрывающих тему. Возможно использование иллюстрации (графики, диаграммы, фотографии, карты, рисунки). Если необходимо, для обоснования темы используется ссылка на источники с доказательствами, взятыми из литературы (цитирование авторов, указание цифр, фактов, определений). Изложение материала должно быть связным, последовательным, доказательным.

Задача основной части - представить достаточно данных для того, чтобы слушатели и заинтересовались темой и захотели ознакомиться с материалами. При этом логическая структура теоретического блока не должны даваться без наглядных пособий, аудио-визуальных и визуальных материалов.

Заключение.

Заключение - это ясное четкое обобщение, в котором подводятся итоги, формулируются главные выводы, подчеркивается значение рассмотренной проблемы, предлагаются самые важные практические рекомендации. Требования к оформлению доклада. Объем машинописного текста доклада должен быть рассчитан на произнесение доклада в течение 7 -10 минут (3-5 машинописных листа текста с докладом).

Электронные презентации выполняются в программе MS PowerPoint в виде слайдов в следующем порядке: • титульный лист с заголовком темы и автором исполнения презентации; • план презентации (5-6 пунктов - это максимум); • основная часть (не более 10 слайдов); • заключение (вывод). Общие требования к стилевому оформлению презентации: • дизайн должен быть простым и лаконичным; • основная цель - читаемость, а не субъективная красота; цветовая гамма должна состоять не более чем из двух-трех цветов; • всегда должно быть два типа слайдов: для титульных и для основного текста; • размер шрифта должен быть: 24–54 пункта (заголовок), 18–36 пунктов (обычный текст); • текст должен быть свернут до ключевых слов и фраз. Полные развернутые предложения на слайдах таких презентаций используются только при цитировании; каждый слайд должен иметь заголовок; • все слайды должны быть выдержаны в одном стиле; • на каждом слайде должно быть не более трех иллюстраций; • слайды должны быть пронумерованы с указанием общего количества слайдов.

4. Методические рекомендации по написанию эссе

Эссе - это самостоятельная письменная работа на тему, предложенную преподавателем. Цель эссе состоит в развитии навыков самостоятельного творческого мышления и письменного изложения собственных мыслей. Писать эссе чрезвычайно полезно, поскольку это позволяет автору научиться четко и грамотно формулировать мысли, структурировать информацию, использовать основные категории анализа, выделять причинно-следственные связи, иллюстрировать понятия соответствующими примерами, аргументировать свои выводы; овладеть научным стилем речи.

Эссе должно содержать: четкое изложение сути поставленной проблемы, включать самостоятельно проведенный анализ этой проблемы с использованием концепций и аналитического инструментария, рассматриваемого в рамках дисциплины, выводы, обобщающие авторскую позицию по поставленной проблеме. В зависимости от специфики дисциплины формы эссе могут значительно дифференцироваться. В некоторых случаях это может быть анализ имеющихся статистических данных по изучаемой проблеме, анализ материалов из средств массовой информации и использованием изучаемых моделей, подробный разбор предложенной задачи с развернутыми мнениями, подбор и детальный анализ примеров, иллюстрирующих проблему и т.д.

Построение эссе - это ответ на вопрос или раскрытие темы, которое основано на классической системе доказательств.

Структура эссе

1. *Титульный лист* (заполняется по единой форме);
2. *Введение* - суть и обоснование выбора данной темы, состоит из ряда компонентов, связанных логически и стилистически.

На этом этапе очень важно правильно *сформулировать вопрос, на который вы собираетесь найти ответ в ходе своего исследования.*

3. *Основная часть* - теоретические основы выбранной проблемы и изложение основного вопроса.

Данная часть предполагает развитие аргументации и анализа, а также обоснование их, исходя из имеющихся данных, других аргументов и позиций по этому вопросу. В этом заключается основное содержание эссе и это представляет собой главную трудность. Поэтому важное значение имеют подзаголовки, на основе которых осуществляется структурирование аргументации; именно здесь необходимо обосновать (логически, используя данные или строгие рассуждения) предлагаемую аргументацию/анализ. Там, где это необходимо, в качестве аналитического инструмента можно использовать графики, диаграммы и таблицы.

В зависимости от поставленного вопроса анализ проводится на основе следующих категорий:

Причина - следствие, общее - особенное, форма - содержание, часть - целое, постоянство - изменчивость.

В процессе построения эссе необходимо помнить, что один параграф должен содержать только одно утверждение и соответствующее доказательство, подкрепленное графическим и иллюстративным материалом. Следовательно, наполняя содержанием разделы аргументацией (соответствующей подзаголовкам), необходимо в пределах параграфа ограничить себя рассмотрением одной главной мысли.

Хорошо проверенный (и для большинства — совершенно необходимый) способ построения любого эссе - использование подзаголовков для обозначения ключевых моментов аргументированного изложения: это помогает посмотреть на то, что предполагается сделать (и ответить на вопрос, хорош ли замысел). Такой подход поможет следовать точно определенной цели в данном исследовании. Эффективное использование подзаголовков - не только обозначение основных пунктов, которые необходимо осветить.

Их последовательность может также свидетельствовать о наличии или отсутствии логичности в освещении темы.

4. *Заключение* - обобщения и аргументированные выводы по теме с указанием области ее применения и т.д. Подытоживает эссе или еще раз вносит пояснения, подкрепляет смысл и значение изложенного в основной части. Методы, рекомендуемые для составления заключения: повторение, иллюстрация, цитата, впечатляющее утверждение. Заключение может содержать такой очень важный, дополняющий эссе элемент, как указание на применение (импликацию) исследования, не исключая взаимосвязи с другими проблемами.

Структура аппарата доказательств, необходимых для написания эссе

Доказательство - это совокупность логических приемов обоснования истинности какого-либо суждения с помощью других истинных и связанных с ним суждений. Оно связано с убеждением, но не тождественно ему: аргументация или доказательство должны основываться на данных науки и общественно-исторической практики, убеждения же могут быть основаны на предрассудках, неосведомленности людей в вопросах экономики и политики, видимости доказательности. Другими словами, доказательство или аргументация - это рассуждение, использующее факты, истинные суждения, научные данные и убеждающее нас в истинности того, о чем идет речь.

Структура любого доказательства включает в себя три составляющие: тезис, аргументы и выводы или оценочные суждения.

Тезис - это положение (суждение), которое требуется доказать. *Аргументы* - это категории, которыми пользуются при доказательстве истинности тезиса. *Вывод* - это мнение, основанное на анализе фактов. *Оценочные суждения* - это мнения, основанные на наших убеждениях, верованиях или взглядах. *Аргументы* обычно делятся на следующие группы:

1. *Удостоверенные факты* — фактический материал (или статистические данные).
2. *Определения* в процессе аргументации используются как описание понятий, связанных с тезисом.
3. *Законы* науки и ранее доказанные теоремы тоже могут использоваться как аргументы доказательства.

Требования к фактическим данным и другим источникам

При написании эссе чрезвычайно важно то, как используются эмпирические данные и другие источники (особенно качество чтения). Все (фактические) данные соотносятся с конкретным временем и местом, поэтому прежде, чем их использовать, необходимо убедиться в том, что они соответствуют необходимому для исследований времени и месту. Соответствующая спецификация данных по времени и месту — один из способов, который может предотвратить чрезмерное обобщение, результатом которого может, например, стать предположение о том, что все страны по некоторым важным аспектам одинаковы (если вы так полагаете, тогда это должно быть доказано, а не быть голословным утверждением).

Всегда можно избежать чрезмерного обобщения, если помнить, что в рамках эссе используемые данные являются иллюстративным материалом, а не заключительным актом, т.е. они подтверждают аргументы и рассуждения и свидетельствуют о том, что автор умеет использовать данные должным образом. Нельзя забывать также, что данные, касающиеся спорных вопросов, всегда подвергаются сомнению. От автора не ждут определенного или окончательного ответа. Необходимо понять сущность фактического материала, связанного с этим вопросом (соответствующие индикаторы? насколько надежны данные для построения таких индикаторов? к какому заключению можно прийти на основании имеющихся данных и индикаторов относительно причин и следствий? и т.д.), и продемонстрировать это в эссе. Нельзя ссылаться на работы, которые автор эссе не читал сам.

5. Методические рекомендации по подготовке семинарским занятиям

Семинар представляет собой комплексную форму и завершающее звено в изучении определенных тем, предусмотренных программой учебной дисциплины. Комплексность данной формы занятий определяется тем, что в ходе её проведения сочетаются выступления обучающихся и преподавателя: рассмотрение обсуждаемой проблемы и анализ различных, часто дискуссионных позиций; обсуждение мнений обучающихся и разъяснение (консультация) преподавателя; углубленное изучение теории и приобретение навыков умения ее использовать в практической работе.

По своему назначению семинар, в процессе которого обсуждается та или иная научная проблема, способствует:

- углубленному изучению определенного раздела учебной дисциплины, закреплению знаний;
- отработке методологии и методических приемов познания;
- выработке аналитических способностей, умения обобщения и формулирования выводов;
- приобретению навыков использования научных знаний в практической деятельности;
- выработке умения кратко, аргументированно и ясно излагать обсуждаемые вопросы;
- осуществлению контроля преподавателя за ходом обучения.

Семинары представляет собой *дискуссию* в пределах обсуждаемой темы (проблемы). Дискуссия помогает участникам семинара приобрести более совершенные знания, проникнуть в суть изучаемых проблем. Выработать методологию, овладеть методами анализа социально-экономических процессов. Обсуждение должно носить творческий характер с четкой и убедительной аргументацией.

По своей структуре семинар начинается со вступительного слова преподавателя, в котором кратко излагаются место и значение обсуждаемой темы (проблемы) в данной дисциплине, напоминаются порядок и направления ее обсуждения. Конкретизируется ранее известный обучающимся план проведения занятия. После этого начинается процесс обсуждения вопросов обучающимися. Завершается занятие подведением итогов обсуждения, заключительным словом преподавателя.

Проведение семинарских занятий в рамках учебной группы (20 - 25 человек) позволяет обеспечить активное участие в обсуждении проблемы всех присутствующих.

По ходу обсуждения темы помните, что изучение теории должно быть связано с определением (выработкой) средств, путей применения теоретических положений в практической деятельности, например, при выполнении функций государственного служащего. В то же время важно не свести обсуждение научной проблемы только к пересказу случаев из практики работы, к критике имеющих место недостатков. Дискуссии имеют важное значение: учат дисциплине ума, умению выступать по существу, мыслить логически, выделяя главное, критически оценивать выступления участников семинара.

В процессе проведения семинара обучающиеся могут использовать разнообразные по своей форме и характеру пособия, демонстрируя фактический, в том числе статистический материал, убедительно подтверждающий теоретические выводы и положения. В завершение обсудите результаты работы семинара и сделайте выводы, что хорошо усвоено, а над чем следует дополнительно поработать.

В целях эффективности семинарских занятий необходима обстоятельная подготовка к их проведению. В начале семестра (учебного года) возьмите в библиотеке необходимые методические материалы для своевременной подготовки к семинарам. Готовясь к конкретной теме занятия следует ознакомиться с новыми официальными документами, статьями в периодических журналах, вновь вышедшими монографиями.

6. Методические рекомендации по подготовке к дискуссии

Современная практика предлагает широкий круг типов семинарских занятий. Среди них особое место занимает *семинар-дискуссия*, где в диалоге хорошо усваивается новая информация, видны убеждения студента, обсуждаются противоречия (явные и скрытые) и недостатки. Для обсуждения берутся конкретные актуальные вопросы, с которыми студенты предварительно ознакомлены. Дискуссия является одной из наиболее эффективных технологий группового взаимодействия, обладающей особыми возможностями в обучении, развитии и воспитании будущего специалиста.

Дискуссия (от лат. *discussio* - рассмотрение, исследование) - способ организации совместной деятельности с целью интенсификации процесса принятия решений в группе посредством обсуждения какого-либо вопроса или проблемы.

Дискуссия обеспечивает активное включение студентов в поиск истины; создает условия для открытого выражения ими своих мыслей, позиций, отношений к обсуждаемой теме и обладает особой возможностью воздействия на установки ее участников в процессе группового взаимодействия. Дискуссию можно рассматривать как *метод интерактивного обучения* и как особую технологию, включающую в себя другие методы и приемы обучения: «мозговой штурм», «анализ ситуаций» и т.д.

Обучающий эффект дискуссии определяется предоставляемой участнику возможностью получить разнообразную информацию от собеседников, продемонстрировать и повысить свою компетентность, проверить и уточнить свои представления и взгляды на обсуждаемую проблему, применить имеющиеся знания в процессе совместного решения учебных и профессиональных задач.

Развивающая функция дискуссии связана со стимулированием творчества обучающихся, развитием их способности к анализу информации и аргументированному, логически выстроенному доказательству своих идей и взглядов, с повышением коммуникативной активности студентов, их эмоциональной включенности в учебный процесс.

Влияние дискуссии на личностное становление студента обусловливается ее целостно - ориентирующей направленностью, созданием благоприятных условий для проявления индивидуальности, самоопределения в существующих точках зрения на определенную проблему, выбора своей позиции; для формирования умения взаимодействовать с другими, слушать и слышать окружающих, уважать чужие убеждения, принимать оппонента, находить точки соприкосновения, соотносить и согласовывать свою позицию с позициями других участников обсуждения.

Безусловно, наличие оппонентов, противоположных точек зрения всегда обостряет дискуссию, повышает ее продуктивность, позволяет создавать с их помощью конструктивный конфликт для более эффективного решения обсуждаемых проблем.

Существует несколько видов дискуссий, использование того или иного типа дискуссии зависит от характера обсуждаемой проблемы и целей дискуссии.

Дискуссия- диалог чаще всего применяется для совместного обсуждения учебных и производственных проблем, решение которых может быть достигнуто путем взаимодополнения, группового взаимодействия по принципу «индивидуальных вкладов» или на основе согласования различных точек зрения, достижения консенсуса.

Дискуссия - спор используется для всестороннего рассмотрения сложных проблем, не имеющих однозначного решения даже в науке, социальной, политической жизни, производственной практике и т.д. Она построена на принципе «позиционного противостояния» и ее цель - не столько решить проблему, сколько побудить участников дискуссии задуматься над проблемой, уточнить и определить свою позицию; научить аргументировано отстаивать свою точку зрения и в то же время осознать право других иметь свой взгляд на эту проблему, быть индивидуальностью.

Условия эффективного проведения дискуссии:

- информированность и подготовленность студентов к дискуссии,
- свободное владение материалом, привлечение различных источников для аргументации отстаиваемых положений;
- правильное употребление понятий, используемых в дискуссии, их единообразное понимание;
- корректность поведения, недопустимость высказываний, задевающих личность оппонента; установление регламента выступления участников;
- полная включенность группы в дискуссию, участие каждого студента в ней.

Подготовка студентов к дискуссии: если тема объявлена заранее, то следует ознакомиться с указанной литературой, необходимыми справочными материалами, продумать свою позицию, четко сформулировать аргументацию, выписать цитаты, мнения специалистов.

В проведении дискуссии выделяется несколько этапов.

Этап 1-й, введение в дискуссию: формулирование проблемы и целей дискуссии; определение значимости проблемы, совместная выработка правил дискуссии; выяснение однозначности понимания темы дискуссии, используемых в ней терминов, понятий.

Этап 2-й, обсуждение проблемы: обмен участниками мнениями по каждому вопросу. Цель этапа - собрать максимум мнений, идей, предложений, соотнося их друг с другом.

Этап 3-й, подведение итогов обсуждения: выработка студентами согласованного мнения и принятие группового решения.

Далее подводятся итоги дискуссии, заслушиваются и защищаются проектные задания. После этого проводится "мозговой штурм" по нерешенным проблемам дискуссии, а также выявляются прикладные аспекты, которые можно рекомендовать для включения в курсовые и дипломные работы или в апробацию на практике.

Семинары-дискуссии проводятся с целью выявления мнения студентов по актуальным и проблемным вопросам.

7. Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов

Экзамен - одна из важнейших частей учебного процесса, имеющая огромное значение.

Во-первых, готовясь к экзамену, студент приводит в систему знания, полученные на лекциях, семинарах, практических и лабораторных занятиях, разбирается в том, что осталось непонятным, и тогда изучаемая им дисциплина может быть воспринята в полном объеме с присущей ей строгостью и логичностью, ее практической направленностью. А это чрезвычайно важно для будущего специалиста.

Во-вторых, каждый хочет быть волевым и сообразительным., выдержанным и целеустремленным, иметь хорошую память, научиться быстро находить наиболее рациональное решение в трудных ситуациях. Очевидно, что все эти качества не только украшают человека, но и делают его наиболее действенным членом коллектива. Подготовка и сдача экзамена помогают студенту глубже усвоить изучаемые дисциплины, приобрести навыки и качества, необходимые хорошему специалисту.

Конечно, успех на экзамене во многом обусловлен тем, насколько систематически и глубоко работал студент в течение семестра. Совершенно очевидно, что серьезно продумать и усвоить содержание изучаемых дисциплин за несколько дней подготовки к экзамену просто невозможно даже для очень способного студента. И, кроме того, хорошо известно, что быстро выученные на память разделы учебной дисциплины так же быстро забываются после сдачи экзамена.

При подготовке к экзамену студенты не только повторяют и дорабатывают материал дисциплины, которую они изучали в течение семестра, они обобщают полученные знания, осмысливают методологию предмета, его систему, выделяют в нем основное и главное, воспроизводят общую картину с тем, чтобы яснее понять связь между отдельными элементами дисциплины. Вся эта обобщающая работа проходит в условиях напряжения воли и сознания, при значительном отвлечении от повседневной жизни, т. е. в условиях, благоприятствующих пониманию и запоминанию.

Подготовка к экзаменам состоит в приведении в порядок своих знаний. Даже самые способные студенты не в состоянии в короткий период зачетно-экзаменационной сессии усвоить материал целого семестра, если они над ним не работали в свое время. Для тех, кто мало занимался в семестре, экзамены принесут мало пользы: что быстро пройдено, то быстро и забудется. И хотя в некоторых случаях студент может «проскочить» через экзаменационный барьер, в его подготовке останется серьезный пробел, трудно восполняемый впоследствии.

Определив назначение и роль экзаменов в процессе обучения, попытаемся на этой основе пояснить, как лучше готовиться к ним.

Экзаменам, как правило, предшествует защита курсовых работ (проектов) и сдача зачетов. К экзаменам допускаются только студенты, защитившие все курсовые работы (проекты) и сдавшие все зачеты. В вузе сдача зачетов организована так, что при систематической работе в течение семестра, своевременной и успешной сдаче всех текущих работ, предусмотренных графиком учебного процесса, большая часть зачетов не вызывает повышенной трудности у студента. Студенты, работавшие в семестре по плану, подходят к экзаменационной сессии без напряжения, без излишней затраты сил в последнюю, «зачетную» неделю.

Подготовку к экзамену следует начинать с первого дня изучения дисциплины. Как правило, на лекциях подчеркиваются наиболее важные и трудные вопросы или разделы дисциплины, требующие внимательного изучения и обдумывания. Нужно эти вопросы выделить и обязательно постараться разобраться в них, не дожидаясь экзамена, проработать их, готовясь к семинарам, практическим или лабораторным занятиям, попробовать самостоятельно решить несколько типовых задач. И если, несмотря на это, часть материала осталась неувоенной, ни в коем случае нельзя успокаиваться, надеясь

на то, что это не попадет на экзамене. Факты говорят об обратном; если те или другие вопросы учебной дисциплины не вошли в экзаменационный билет, преподаватель может их задать (и часто задает) в виде дополнительных вопросов.

Точно такое же отношение должно быть выработано к вопросам и задачам, перечисленным в программе учебной дисциплины, выдаваемой студентам в начале семестра. Обычно эти же вопросы и аналогичные задачи содержатся в экзаменационных билетах. Не следует оставлять без внимания ни одного раздела дисциплины: если не удалось в чем-то разобраться самому, нужно обратиться к товарищам; если и это не помогло выяснить какой-либо вопрос до конца, нужно обязательно задать этот вопрос преподавателю на предэкзаменационной консультации. Чрезвычайно важно приучить себя к умению самостоятельно мыслить, учиться думать, понимать суть дела. Очень полезно после проработки каждого раздела восстановить в памяти содержание изученного материала, кратко записав это на листе бумаги, создать карту памяти (умственную карту), изобразить необходимые схемы и чертежи (логико-графические схемы), например, отобразить последовательность вывода теоремы или формулы. Если этого не сделать, то большая часть материала останется не понятой, а лишь формально заученной, и при первом же вопросе экзаменатора студент убедится в том, насколько поверхностно он усвоил материал.

В период экзаменационной сессии происходит резкое изменение режима работы, отсутствует посещение занятий по расписанию. При всяком изменении режима работы очень важно скорее приспособиться к новым условиям. Поэтому нужно сразу выбрать такой режим работы, который сохранился бы в течение всей сессии, т. е. почти на месяц. Необходимо составить для себя новый распорядок дня, чередуя занятия с отдыхом. Для того чтобы сократить потерю времени на включение в работу, рабочие периоды целесообразно делать длительными, разделив день примерно на три части: с утра до обеда, с обеда до ужина и от ужина до сна.

Каждый рабочий период дня надо заканчивать отдыхом. Наилучший отдых в период экзаменационной сессии - прогулка, кратковременная пробежка или какой-либо неустойчивый физический труд.

При подготовке к экзаменам основное направление дают программа учебной дисциплины и студенческий конспект, которые указывают, что наиболее важно знать и уметь делать. Основной материал должен прорабатываться по учебнику (если такой имеется) и учебным пособиям, так как конспекта далеко недостаточно для изучения дисциплины. Учебник должен быть изучен в течение семестра, а перед экзаменом сосредоточьте внимание на основных, наиболее сложных разделах. Подготовку по каждому разделу следует заканчивать восстановлением по памяти его краткого содержания в логической последовательности.

За один - два дня до экзамена назначается консультация. Если ее правильно использовать, она принесет большую пользу. Во время консультации студент имеет полную возможность получить ответ на нее и ясные ему вопросы. А для этого он должен проработать до консультации все темы дисциплины. Кроме того, преподаватель будет отвечать на вопросы других студентов, что будет для вас повторением и закреплением знаний. И еще очень важное обстоятельство: преподаватель на консультации, как правило, обращает внимание на те вопросы, по которым на предыдущих экзаменах ответы были неудовлетворительными, а также фиксирует внимание на наиболее трудных темах дисциплины. Некоторые студенты не приходят на консультации либо потому, что считают, что у них нет вопросов к преподавателю, либо полагают, что у них и так мало времени и лучше самому прочитать материал в конспекте или в учебнике. Это глубокое заблуждение. Никакая другая работа не сможет принести столь значительного эффекта накануне экзамена, как консультация преподавателя.

Но консультация не может возместить отсутствия длительной работы в течение семестра и помочь за несколько часов освоить материал, требующийся к экзамену. На

консультации студент получает ответы на трудные или оставшиеся неясными вопросы и, следовательно, дорабатывается материал. Консультации рекомендуется посещать, подготовив к ним все вопросы, вызывающие сомнения. Если студент придет на консультацию, не проработав всего материала, польза от такой консультации будет невелика.

Итак, *основные советы* для подготовки к сдаче зачетов и экзаменов состоят в следующем:

- лучшая подготовка к зачетам и экзаменам - равномерная работа в течение всего семестра;
- используйте программы учебных дисциплин - это организует вашу подготовку к зачетам и экзаменам;
- учитывайте, что для полноценного изучения учебной дисциплины необходимо время;
- составляйте планы работы во времени;
- работайте равномерно и ритмично;
- курсовые работы (проекты) желательно защищать за одну - две недели до начала зачетно-экзаменационной сессии;
- все зачеты необходимо сдавать до начала экзаменационной сессии;
- помните, что конспект не заменяет учебник и учебные пособия, а помогает выбрать из него основные вопросы и ответы;
- при подготовке наибольшее внимание и время уделяйте трудным и непонятным вопросам учебной дисциплины;
- грамотно используйте консультации;
- соблюдайте правильный режим труда и отдыха во время сессии, это сохранит работоспособность и даст хорошие результаты;
- учитесь владеть собой на зачете и экзамене;
- учитесь точно и кратко передавать свои мысли, поясняя их, если нужно, логико-графическими схемами.

Очень важным условием для правильного режима работы в период экзаменационной сессии является нормальный сон, иначе в день экзамена не будет чувства бодрости и уверенности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методические указания по выполнению самостоятельной работы обучающихся являются неотъемлемой частью процесса обучения в вузе. Правильная организация самостоятельной работы позволяет обучающимся развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, способствует формированию навыков совершенствования профессионального мастерства. Также внеаудиторное время включает в себя подготовку к аудиторным занятиям и изучение отдельных тем, расширяющих и углубляющих представления обучающихся по разделам изучаемой дисциплины.

Таким образом, обучающийся используя методические указания может в достаточном объеме усвоить и успешно реализовать конкретные знания, умения, навыки и получить опыт при выполнении следующих условий: систематическая самостоятельная работа по закреплению полученных знаний и навыков; добросовестное выполнение заданий; выяснение и уточнение отдельных предпосылок, умозаключений и выводов, содержащихся в учебном курсе;

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально - ориентированного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://evolkov.net/case/case.study.html/>
2. Методические рекомендации по написанию реферата. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.hse.spb.ru/edu/recommendations/method-referat-2005.phtml>
3. Фролова Н. А. Реферирование и аннотирование текстов по специальности (на материале немецкого языка): Учеб. пособие / ВолгГТУ, Волгоград, 2006. - С.5.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ
КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ**

по дисциплине
ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА И СПОРТ

Автор: Шулиманов Д.Ф.

Екатеринбург
2020

Содержание

Цели и задачи дисциплины	3
Место дисциплины в структуре основной образовательной программы	3
Требования к оформлению контрольной работы	3
Содержание контрольной работы.....	3
Выполнение работы над ошибками.....	9
Критерии оценивания контрольной работы	9
Образец титульного листа	10

1. Цели и задачи дисциплины

Цель: формирование физической культуры личности и способности направленного использования разнообразных средств физической культуры, спорта и туризма для сохранения и укрепления здоровья, психофизической подготовки и самоподготовки к будущей жизни и профессиональной деятельности.

Задачи:

- формирование осознания социальной значимости физической культуры и её роли в развитии личности и подготовке к профессиональной деятельности;
- изучение научно-биологических, педагогических и практических основ физической культуры и здорового образа жизни;
- формирование мотивационно-ценностного отношения к физической культуре, установки на здоровый стиль жизни, физическое совершенствование и самовоспитание привычки к регулярным занятиям физическими упражнениями и спортом;

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы

Дисциплина «Физическая культура и спорт» относится к разделу «Блок 1. Базовая часть».

3. Требования к оформлению контрольной работы

Контрольные задания выполняются на листах формата А4 в рукописном виде, кроме титульного листа. На титульном листе (см. образец оформления титульного листа в печатном виде) указывается фамилия студента, номер группы, номер контрольной работы и фамилия преподавателя, у которого занимается обучающийся.

В конце работы должна быть поставлена подпись студента и дата выполнения заданий.

Контрольные задания должны быть выполнены в той последовательности, в которой они даны в контрольной работе.

Выполненную контрольную работу необходимо сдать преподавателю для проверки в установленные сроки.

Если контрольная работа выполнена без соблюдения изложенных выше требований, она возвращается студенту для повторного выполнения.

По дисциплине «физическая культура и спорт» представлен 1 вариант контрольной работы.

Содержание контрольной работы

№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
1	Физическая культура представляет собой:	А) учебный предмет в школе Б) выполнение физических упражнений В) процесс совершенствования возможностей человека Г) часть общей культуры общества
2	Физическая подготовленность, приобретаемая в процессе физической подготовки к трудовой или иной деятельности, характеризуется:	А) высокой устойчивостью к стрессовым ситуациям, воздействию неблагоприятных условий внешней среды и различным заболеваниям Б) уровнем работоспособности и запасом двигательных умений и навыков В) хорошим развитием систем дыхания, кровообращения, достаточным запасом надежности, эффективности и экономичности Г) высокими результатами в учебной, трудовой и спортивной деятельности
3	Под физическим развитием понимается:	А) процесс изменения морфофункциональных свойств организма на протяжении жизни

		Б) размеры мускулатуры, формы тела, функциональные возможности дыхания и кровообращения, физическая работоспособность В) процесс совершенствования физических качеств при выполнении физических упражнений Г) уровень, обусловленный наследственностью и регулярностью занятий физической культурой и спортом
4	Физическая культура ориентирована на совершенствование	А) физических и психических качеств людей Б) техники двигательных действий В) работоспособности человека Г) природных физических свойств человека
5	Отличительным признаком физической культуры является:	А) развитие физических качеств и обучение двигательным действиям Б) физическое совершенство В) выполнение физических упражнений Г) занятия в форме уроков
6	В иерархии принципов в системе физического воспитания принцип всестороннего развития личности следует отнести к:	А) общим социальным принципам воспитательной стратегии общества Б) общим принципам образования и воспитания В) принципам, регламентирующим процесс физического воспитания Г) принципам обучения
7	Физическими упражнениями называются:	А) двигательные действия, с помощью которых развивают физические качества и укрепляют здоровье Б) двигательные действия, дозируемые по величине нагрузки и продолжительности выполнения В) движения, выполняемые на уроках физической культуры и во время утренней гимнастики Г) формы двигательных действий, способствующие решению задач физического воспитания
8	Нагрузка физических упражнений характеризуется:	А) подготовленностью занимающихся в соответствии с их возрастом, состоянием здоровья, самочувствием во время занятия Б) величиной их воздействия на организм В) временем и количеством повторений двигательных действий Г) напряжением отдельных мышечных групп
9	Величина нагрузки физических упражнений обусловлена:	А) сочетанием объема и интенсивности двигательных действий Б) степенью преодолеваемых при их выполнении трудностей В) утомлением, возникающим при их выполнении Г) частотой сердечных сокращений
10	Если ЧСС после выполнения упражнения восстанавливается за 60 сек до уровня, который был в начале урока, то это свидетельствует о том, что нагрузка	А) мала и ее следует увеличить Б) переносится организмом относительно легко В) достаточно большая и ее можно повторить Г) чрезмерная и ее нужно уменьшить
11	Интенсивность выполнения упражнений можно определить по ЧСС. Укажите, какую частоту пульса вызывает большая интенсивность упражнений	А) 120-130 уд/мин Б) 130-140 уд/мин В) 140-150 уд/мин Г) свыше 150 уд/мин
12	Регулярные занятия физическими упражнениями	А) во время занятий выполняются двигательные действия, содействующие развитию силы и выносливости

	повышению работоспособности, потому что:	Б) достигаемое при этом утомление активизирует процессы восстановления и адаптации В) в результате повышается эффективность и экономичность дыхания и кровообращения. Г) человек, занимающийся физическими упражнениями, способен выполнить большой объем физической работы за отведенный отрезок времени.
13	Что понимают под закаливанием:	А) купание в холодной воде и хождение босиком Б) приспособление организма к воздействию внешней среды В) сочетание воздушных и солнечных ванн с гимнастикой и подвижными играми Г) укрепление здоровья
14	Во время индивидуальных занятий закаливающими процедурами следует соблюдать ряд правил. Укажите, какой из перечисленных ниже рекомендаций придерживаться не стоит:	А) чем ниже температура воздуха, тем интенсивней надо выполнять упражнение, т.к. нельзя допускать переохлаждения Б) чем выше температура воздуха, тем короче должны быть занятия, т.к. нельзя допускать перегревания организма В) не рекомендуется тренироваться при активном солнечном излучении Г) после занятия надо принять холодный душ
15	Правильное дыхание характеризуется:	А) более продолжительным выдохом Б) более продолжительным вдохом В) вдохом через нос и выдохом через рот Г) равной продолжительностью вдоха и выдоха
16	При выполнении упражнений вдох не следует делать во время:	А) вращений и поворотов тела Б) наклонах туловища назад В) возвращение в исходное положение после наклона Г) дыхание во время упражнений должно быть свободным, рекомендации относительно времени вдоха и выдоха не нужны
17	Что называется осанкой?	А) качество позвоночника, обеспечивающее хорошее самочувствие и настроение Б) пружинные характеристики позвоночника и стоп В) привычная поза человека в вертикальном положении Г) силуэт человека
18	Правильной осанкой можно считать, если вы, стоя у стены, касаетесь ее:	А) затылком, ягодицами, пятками Б) лопатками, ягодицами, пятками В) затылком, спиной, пятками Г) затылком, лопатками, ягодицами, пятками
19	Соблюдение режима дня способствует укреплению здоровья, потому, что:	А) он обеспечивает ритмичность работы организма Б) он позволяет правильно планировать дела в течение дня В) распределение основных дел осуществляется более или менее стандартно в течение каждого дня Г) он позволяет избегать неоправданных физических напряжений
20	Замена одних видов деятельности другими, регулируема режимом дня, позволяет поддержать работоспособность в течение дня, потому что:	А) это положительно сказывается на физическом и психическом состоянии человека Б) снимает утомление нервных клеток организма В) ритмическое чередование работы с отдыхом предупреждает возникновение перенапряжения

		Г) притупляется чувство общей усталости и повышает тонус организма
21	Систематические и грамотно организованные занятия физическими упражнениями укрепляют здоровье, так как	А) хорошая циркуляция крови во время упражнений обеспечивает поступление питательных веществ к органам и системам организма Б) повышается возможность дыхательной системы, благодаря чему в организм поступает большее количество кислорода, необходимого для образования энергии В) занятия способствуют повышению резервных возможностей организма Г) при достаточном энергообеспечении организм легче противостоит простудным и инфекционным заболеваниям
22	Почему на уроках физической культуры выделяют подготовительную, основную и заключительную части?	А) так учителю удобнее распределять различные по характеру упражнения Б) это обусловлено необходимостью управлять динамикой работоспособности занимающихся. В) выделение частей в уроке требует Министерства образования России Г) потому, что перед уроком, как правило, ставятся задачи, и каждая часть урока предназначена для решения одной из них
23	Укажите, в какой последовательности должны выполняться в комплексе утренней гимнастикой перечисленные упражнения: 1. Дыхательные. 2. На укрепление мышц и повышение гибкости. 3. Потягивания. 4 бег с переходом на ходьбу. 5. Ходьба с постепенным повышением частоты шагов. 6. Прыжки. 7. Поочередное напряжение и расслабление мышц. 8. Бег в спокойном темпе.	А) 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 Б) 7, 5, 8, 6, 2, 3, 2, 1, 4 В) 3, 7, 5, 8, 1, 2, 6, 4 Г) 3, 1, 2, 4, 7, 6, 8, 4
24	Под силой как физическим качеством понимается:	А) способность поднимать тяжелые предметы Б) свойство человека противодействовать внешним силам за счет мышечных напряжений В) свойство человека воздействовать на внешние силы за счет внешних сопротивлений Г) комплекс свойств организма, позволяющих преодолевать внешнее сопротивление либо противодействовать ему.
25	Выберите правильное распределение перечисленных ниже упражнений в занятии по общей физической подготовке. 1. Ходьба или спокойный бег в чередовании с дыхательными упражнениями. 2. Упражнения, постепенно включающие в работу все большее количество мышечных групп. 3. Упражнения на развитие выносливости. 4. Упражнения на развитие быстроты и гибкости. 5. упражнения на развитие силы. 6. Дыхательные упражнения.	А) 1, 2, 5, 4, 3, 6 Б) 6, 2, 3, 1, 4, 5 В) 2, 6, 4, 5, 3, 1 Г) 2, 1, 3, 4, 5, 6
26	Основная часть урока по общей физической подготовке отводится развитию физических качеств. Укажите, какая последовательность воздействий на физические качества наиболее эффективна. 1. Выносливость. 2. Гибкость. 3. быстрота. 4. Сила.	А) 1, 2, 3, 4 Б) 2, 3, 1, 4 В) 3, 2, 4, 1 Г) 4, 2, 3, 1

27	Какие упражнения неэффективны при формировании телосложения	А) упражнения, способствующие увеличению мышечной массы Б) упражнения, способствующие снижению массы тела В) упражнения, объединенные в форме круговой тренировки Г) упражнения, способствующие повышению быстроты движений
28	И для увеличения мышечной массы, и для снижения веса тела можно применять упражнения с отягощением. Но при составлении комплексов упражнений для увеличения мышечной массы рекомендуется:	А) полностью проработать одну группу мышц и только затем переходит к упражнениям, нагружающим другую группу мышц Б) чередовать серии упражнений, включающие в работу разные мышечные группы В) использовать упражнения с относительно небольшим отягощением и большим количеством повторений Г) планировать большое количество подходов и ограничивать количество повторений в одном подходе
29	Под быстротой как физическим качеством понимается:	А) комплекс свойств, позволяющих передвигаться с большой скоростью Б) комплекс свойств, позволяющий выполнять работу в минимальный отрезок времени В) способность быстро набирать скорость Г) комплекс свойств, позволяющий быстро реагировать на сигналы и выполнять движения с большой частотой
30	Для развития быстроты используют:	А) подвижные и спортивные игры Б) упражнения в беге с максимальной скоростью на короткие дистанции В) упражнения на быстроту реакции и частоту движений Г) двигательные действия, выполняемые с максимальной скоростью
31	Лучшие условия для развития быстроты реакции создаются во время:	А) подвижных и спортивных игр Б) челночного бега В) прыжков в высоту Г) метаний
32	Под гибкостью как физическим качеством понимается:	А) комплекс морфофункциональных свойств опорно-двигательного аппарата, определяющий глубину наклона Б) способность выполнять упражнения с большой амплитудой за счет мышечных сокращений. В) комплекс свойств двигательного аппарата, определяющих подвижность его звеньев Г) эластичность мышц и связок
33	Как дозируются упражнения на развитие гибкости, т.е. сколько движений следует делать в одной серии:	А) Упражнение выполняется до тех пор, пока не начнет уменьшаться амплитуда движений Б) выполняются 12-16 циклов движения В) упражнения выполняются до появления пота Г) упражнения выполняются до появления болевых ощущений
34	Для повышения скорости бега в самостоятельном занятии после разминки рекомендуется выполнять перечисленные ниже упражнения. Укажите их целесообразную	А) 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 Б) 7, 5, 4, 3, 2, 6, 1 В) 2, 1, 3, 7, 4, 5, 6 Г) 3, 6, 2, 7, 5, 4, 1

	последовательность: 1. Дыхательные упражнения. 2. Легкий продолжительный бег. 3. Прыжковые упражнения с отягощением и без них. 4. дыхательные упражнения в интервалах отдыха. 5. Повторный бег на короткие дистанции. 6. Ходьба. 7. Упражнения на частоту движений.	
35	При развитии гибкости следует стремиться	А) гармоничному увеличению подвижности в основных суставах Б) достижению максимальной амплитуды движений в основных суставах В) оптимальной амплитуде движений в плечевом, тазобедренном, коленном суставах Г) восстановлению нормальной амплитуды движений суставов
36	Под выносливостью как физическим качеством понимается:	А) комплекс свойств, обуславливающий возможность выполнять разнообразные физические нагрузки Б) комплекс свойств, определяющих способность противостоять утомлению В) способность длительно совершать физическую работу, практически не утомляясь Г) способность сохранять заданные параметры работы
37	Выносливость человека не зависит от:	А) функциональных возможностей систем энергообеспечения Б) быстроты двигательной реакции В) настойчивости, выдержки, мужественности, умения терпеть Г) силы мышц
38	При развитии выносливости не применяются упражнения, характерными признаками которых являются:	А) максимальная активность систем энергообеспечения Б) умеренная интенсивность В) максимальная интенсивность Г) активная работа большинства звеньев опорно-двигательного аппарата
39	Техникой физических упражнений принято называть	А) способ целесообразного решения двигательной задачи Б) способ организации движений при выполнении упражнений В) состав и последовательность движений при выполнении упражнений Г) рациональную организацию двигательных действий
40	При анализе техники принято выделять основу, ведущее звено и детали техники. Что понимают под основой (ведущим звеном и деталями техники).	А) набор элементов, характеризующий индивидуальные особенности выполнения целостного двигательного действия Б) состав и последовательность элементов, входящих в двигательное действие В) совокупность элементов, необходимых для решения двигательной задачи Г) наиболее важная часть определенного способа решения двигательной задачи
41	В процессе обучения двигательным действиям используют методы целостного или расчлененного упражнения. Выбор метода зависит от	А) возможности расчленения двигательного действия на относительно самостоятельные элементы Б) сложности основы техники В) количества элементов, составляющих двигательное действие

		Г) предпочтения учителя
42	Процесс обучения двигательному действию рекомендуется начинать с освоения	А) основы техники Б) ведущего звена техники В) подводящих упражнений Г) исходного положения
43	Физкультминутку, как одну из форм занятий физическими упражнениями следует отнести к:	А) урочным формам занятий физическими упражнениями Б) «малым» неурочным формам В) «крупным» неурочным формам Г) соревновательным формам
44	Какой раздел комплексной программы по физическому воспитанию для общеобразовательных школ не является типовым?	А) уроки физической культуры Б) внеклассная работа В) физкультурно-массовые и спортивные мероприятия Г) содержание и организация педагогической практики
45	Измерение ЧСС сразу после пробегания отрезка дистанции следует отнести к одному из видов контроля:	А) оперативному Б) текущему В) предварительному Г) итоговому

Проблемные и сложные вопросы, возникающие в процессе изучения курса и выполнения контрольной работы, необходимо решать с преподавателем на консультациях.

Выполнению контрольной работы должно предшествовать самостоятельное изучение студентом рекомендованной литературы.

Студент получает проверенную контрольную работу с исправлениями в тексте и замечаниями. В конце работы выставляется оценка «зачтено», «не зачтено». Работа с оценкой «не зачтено» должна быть доработана и представлена на повторную проверку.

Выполнение работы над ошибками

При получении проверенной контрольной работы необходимо проанализировать отмеченные ошибки. Все задания, в которых были сделаны ошибки или допущены неточности, следует еще раз выполнить в конце данной контрольной работы. Контрольные работы являются учебными документами, которые хранятся на кафедре до конца учебного года.

Критерии оценивания контрольной работы

Оценка за контрольную работу определяется простым суммированием баллов за правильные ответы на вопросы: 1 правильный ответ = 2 балл. Максимум 90 баллов.

Результат контрольной работы

Контрольная работа оценивается на «зачтено», «не зачтено»:

46-90 балла (50-100%) - оценка «зачтено»;

0-44 балла (0-49%) - оценка «не зачтено»;

Образец оформления титульного листа



**Министерство науки и высшего образования РФ
ФГБОУ ВО
«Уральский государственный горный университет»**

Кафедра физической культуры

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

**по дисциплине
ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА И СПОРТ**

Выполнил: Иванов Иван Иванович
Группа _____

Преподаватель: Петров Петр Петрович

**Екатеринбург
2018**

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ
ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА И СПОРТ**

Автор: Шулиманов Д.Ф.

Екатеринбург
2020

Содержание

Цели и задачи дисциплины	3
Место дисциплины в структуре основной образовательной программы	3
Требования к оформлению теста	3
Содержание теста.....	3
Содержание опроса.....	9
Выполнение работы над ошибками.....	11

Цели и задачи дисциплины

Цель: формирование физической культуры личности и способности направленного использования разнообразных средств физической культуры, спорта и туризма для сохранения и укрепления здоровья, психофизической подготовки и самоподготовки к будущей жизни и профессиональной деятельности.

Задачи:

- формирование осознания социальной значимости физической культуры и её роли в развитии личности и подготовке к профессиональной деятельности;
- изучение научно-биологических, педагогических и практических основ физической культуры и здорового образа жизни;
- формирование мотивационно-ценностного отношения к физической культуре, установки на здоровый стиль жизни, физическое совершенствование и самовоспитание привычки к регулярным занятиям физическими упражнениями и спортом;

Место дисциплины в структуре основной образовательной программы

Дисциплина «Физическая культура и спорт» относится к разделу «Блок 1. Базовая часть».

Требования к оформлению теста

Задания выполняются на листах формата А4 в рукописном виде, кроме титульного листа. На титульном листе (см. образец оформления титульного листа в печатном виде) указывается фамилия студента, номер группы, фамилия преподавателя, у которого занимается обучающийся.

В конце работы должна быть поставлена подпись студента и дата выполнения заданий.

Задания должны быть выполнены в той последовательности, в которой они даны в тесте.

Выполненный тест необходимо сдать преподавателю для проверки в установленные сроки.

Если тест выполнен без соблюдения изложенных выше требований, она возвращается студенту для повторного выполнения.

По дисциплине «физическая культура и спорт» представлен, тест, вопросы для проведения опроса.

Содержание теста

№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
1	Физическая культура представляет собой:	А) учебный предмет в школе Б) выполнение физических упражнений В) процесс совершенствования возможностей человека Г) часть общей культуры общества
2	Физическая подготовленность, приобретаемая в процессе физической подготовки к трудовой или иной деятельности, характеризуется:	А) высокой устойчивостью к стрессовым ситуациям, воздействию неблагоприятных условий внешней среды и различным заболеваниям Б) уровнем работоспособности и запасом двигательных умений и навыков В) хорошим развитием систем дыхания, кровообращения, достаточным запасом надежности, эффективности и экономичности Г) высокими результатами в учебной, трудовой и спортивной деятельности
3	Под физическим развитием понимается:	А) процесс изменения морфофункциональных свойств организма на протяжении жизни Б) размеры мускулатуры, формы тела, функциональные возможности дыхания и кровообращения, физическая работоспособность В) процесс совершенствования физических качеств при выполнении физических упражнений

		Г) уровень, обусловленный наследственностью и регулярностью занятий физической культурой и спортом
4	Физическая культура ориентирована на совершенствование	А) физических и психических качеств людей Б) техники двигательных действий В) работоспособности человека Г) природных физических свойств человека
5	Отличительным признаком физической культуры является:	А) развитие физических качеств и обучение двигательным действиям Б) физическое совершенство В) выполнение физических упражнений Г) занятия в форме уроков
6	В иерархии принципов в системе физического воспитания принцип всестороннего развития личности следует отнести к:	А) общим социальным принципам воспитательной стратегии общества Б) общим принципам образования и воспитания В) принципам, регламентирующим процесс физического воспитания Г) принципам обучения
7	Физическими упражнениями называются:	А) двигательные действия, с помощью которых развивают физические качества и укрепляют здоровье Б) двигательные действия, дозируемые по величине нагрузки и продолжительности выполнения В) движения, выполняемые на уроках физической культуры и во время утренней гимнастики Г) формы двигательных действий, способствующие решению задач физического воспитания
8	Нагрузка физических упражнений характеризуется:	А) подготовленностью занимающихся в соответствии с их возрастом, состоянием здоровья, самочувствием во время занятия Б) величиной их воздействия на организм В) временем и количеством повторений двигательных действий Г) напряжением отдельных мышечных групп
9	Величина нагрузки физических упражнений обусловлена:	А) сочетанием объема и интенсивности двигательных действий Б) степенью преодолеваемых при их выполнении трудностей В) утомлением, возникающим при их выполнении Г) частотой сердечных сокращений
10	Если ЧСС после выполнения упражнения восстанавливается за 60 сек до уровня, который был в начале урока, то это свидетельствует о том, что нагрузка	А) мала и ее следует увеличить Б) переносится организмом относительно легко В) достаточно большая и ее можно повторить Г) чрезмерная и ее нужно уменьшить
11	Интенсивность выполнения упражнений можно определить по ЧСС. Укажите, какую частоту пульса вызывает большая интенсивность упражнений	А) 120-130 уд/мин Б) 130-140 уд/мин В) 140-150 уд/мин Г) свыше 150 уд/мин
12	Регулярные занятия физическими упражнениями способствуют повышению работоспособности, потому что:	А) во время занятий выполняются двигательные действия, содействующие развитию силы и выносливости Б) достигаемое при этом утомление активизирует процессы восстановления и адаптации В) в результате повышается эффективность и экономичность дыхания и кровообращения.

		Г) человек, занимающийся физическими упражнениями, способен выполнить большой объем физической работы за отведенный отрезок времени.
13	Что понимают под закаливанием:	А) купание в холодной воде и хождение босиком Б) приспособление организма к воздействию внешней среды В) сочетание воздушных и солнечных ванн с гимнастикой и подвижными играми Г) укрепление здоровья
14	Во время индивидуальных занятий закаливающими процедурами следует соблюдать ряд правил. Укажите, какой из перечисленных ниже рекомендаций придерживаться не стоит:	А) чем ниже температура воздуха, тем интенсивней надо выполнять упражнение, т.к. нельзя допускать переохлаждения Б) чем выше температура воздуха, тем короче должны быть занятия, т.к. нельзя допускать перегревания организма В) не рекомендуется тренироваться при активном солнечном излучении Г) после занятия надо принять холодный душ
15	Правильное дыхание характеризуется:	А) более продолжительным выдохом Б) более продолжительным вдохом В) вдохом через нос и выдохом через рот Г) равной продолжительностью вдоха и выдоха
16	При выполнении упражнений вдох не следует делать во время:	А) вращений и поворотов тела Б) наклонах туловища назад В) возвращение в исходное положение после наклона Г) дыхание во время упражнений должно быть свободным, рекомендации относительно времени вдоха и выдоха не нужны
17	Что называется осанкой?	А) качество позвоночника, обеспечивающее хорошее самочувствие и настроение Б) пружинные характеристики позвоночника и стоп В) привычная поза человека в вертикальном положении Г) силуэт человека
18	Правильной осанкой можно считать, если вы, стоя у стены, касаетесь ее:	А) затылком, ягодицами, пятками Б) лопатками, ягодицами, пятками В) затылком, спиной, пятками Г) затылком, лопатками, ягодицами, пятками
19	Соблюдение режима дня способствует укреплению здоровья, потому, что:	А) он обеспечивает ритмичность работы организма Б) он позволяет правильно планировать дела в течение дня В) распределение основных дел осуществляется более или менее стандартно в течение каждого дня Г) он позволяет избегать неоправданных физических напряжений
20	Замена одних видов деятельности другими, регулируема режимом дня, позволяет поддерживать работоспособность в течение дня, потому что:	А) это положительно сказывается на физическом и психическом состоянии человека Б) снимает утомление нервных клеток организма В) ритмическое чередование работы с отдыхом предупреждает возникновение перенапряжения Г) притупляется чувство общей усталости и повышает тонус организма

21	Систематические и грамотно организованные занятия физическими упражнениями укрепляют здоровье, так как	А) хорошая циркуляция крови во время упражнений обеспечивает поступление питательных веществ к органам и системам организма Б) повышается возможность дыхательной системы, благодаря чему в организм поступает большее количество кислорода, необходимого для образования энергии В) занятия способствуют повышению резервных возможностей организма Г) при достаточном энергообеспечении организм легче противостоит простудным и инфекционным заболеваниям
22	Почему на уроках физической культуры выделяют подготовительную, основную и заключительную части?	А) так учителю удобнее распределять различные по характеру упражнения Б) это обусловлено необходимостью управлять динамикой работоспособности занимающихся. В) выделение частей в уроке требует Министерство образования России Г) потому, что перед уроком, как правило, ставятся задачи, и каждая часть урока предназначена для решения одной из них
23	Укажите, в какой последовательности должны выполняться в комплексе утренней гимнастикой перечисленные упражнения: 1. Дыхательные. 2. На укрепление мышц и повышение гибкости. 3. Потягивания. 4 бег с переходом на ходьбу. 5. Ходьба с постепенным повышением частоты шагов. 6. Прыжки. 7. Поочередное напряжение и расслабление мышц. 8. Бег в спокойном темпе.	А) 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 Б) 7, 5, 8, 6, 2, 3, 2, 1, 4 В) 3, 7, 5, 8, 1, 2, 6, 4 Г) 3, 1, 2, 4, 7, 6, 8, 4
24	Под силой как физическим качеством понимается:	А) способность поднимать тяжелые предметы Б) свойство человека противодействовать внешним силам за счет мышечных напряжений В) свойство человека воздействовать на внешние силы за счет внешних сопротивлений Г) комплекс свойств организма, позволяющих преодолевать внешнее сопротивление либо противодействовать ему.
25	Выберите правильное распределение перечисленных ниже упражнений в занятии по общей физической подготовке. 1. Ходьба или спокойный бег в чередовании с дыхательными упражнениями. 2. Упражнения, постепенно включающие в работу все большее количество мышечных групп. 3. Упражнения на развитие выносливости. 4. Упражнения на развитие быстроты и гибкости. 5. упражнения на развитие силы. 6. Дыхательные упражнения.	А) 1, 2, 5, 4, 3, 6 Б) 6, 2, 3, 1, 4, 5 В) 2, 6, 4, 5, 3, 1 Г) 2, 1, 3, 4, 5, 6
26	Основная часть урока по общей физической подготовке отводится развитию физических качеств. Укажите, какая последовательность воздействий на физические качества наиболее эффективна. 1. Выносливость. 2. Гибкость. 3. быстрота. 4. Сила.	А) 1, 2, 3, 4 Б) 2, 3, 1, 4 В) 3, 2, 4, 1 Г) 4, 2, 3, 1
27	Какие упражнения неэффективны при формировании телосложения	А) упражнения, способствующие увеличению мышечной массы

		Б) упражнения, способствующие снижению массы тела В) упражнения, объединенные в форме круговой тренировки Г) упражнения, способствующие повышению быстроты движений
28	И для увеличения мышечной массы, и для снижения веса тела можно применять упражнения с отягощением. Но при составлении комплексов упражнений для увеличения мышечной массы рекомендуется:	А) полностью проработать одну группу мышц и только затем переходит к упражнениям, нагружающим другую группу мышц Б) чередовать серии упражнений, включающие в работу разные мышечные группы В) использовать упражнения с относительно небольшим отягощением и большим количеством повторений Г) планировать большое количество подходов и ограничивать количество повторений в одном подходе
29	Под быстротой как физическим качеством понимается:	А) комплекс свойств, позволяющих передвигаться с большой скоростью Б) комплекс свойств, позволяющий выполнять работу в минимальный отрезок времени В) способность быстро набирать скорость Г) комплекс свойств, позволяющий быстро реагировать на сигналы и выполнять движения с большой частотой
30	Для развития быстроты используют:	А) подвижные и спортивные игры Б) упражнения в беге с максимальной скоростью на короткие дистанции В) упражнения на быстроту реакции и частоту движений Г) двигательные действия, выполняемые с максимальной скоростью
31	Лучшие условия для развития быстроты реакции создаются во время:	А) подвижных и спортивных игр Б) челночного бега В) прыжков в высоту Г) метаний
32	Под гибкостью как физическим качеством понимается:	А) комплекс морфофункциональных свойств опорно-двигательного аппарата, определяющий глубину наклона Б) способность выполнять упражнения с большой амплитудой за счет мышечных сокращений. В) комплекс свойств двигательного аппарата, определяющих подвижность его звеньев Г) эластичность мышц и связок
33	Как дозируются упражнения на развитие гибкости, т.е. сколько движений следует делать в одной серии:	А) Упражнение выполняется до тех пор, пока не начнет уменьшаться амплитуда движений Б) выполняются 12-16 циклов движения В) упражнения выполняются до появления пота Г) упражнения выполняются до появления болевых ощущений
34	Для повышения скорости бега в самостоятельном занятии после разминки рекомендуется выполнять перечисленные ниже упражнения. Укажите их целесообразную последовательность: 1. Дыхательные упражнения. 2. Легкий продолжительный бег. 3. Прыжковые	А) 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 Б) 7, 5, 4, 3, 2, 6, 1 В) 2, 1, 3, 7, 4, 5, 6 Г) 3, 6, 2, 7, 5, 4, 1

	упражнения с отягощением и без них. 4. дыхательные упражнения в интервалах отдыха. 5. Повторный бег на короткие дистанции. 6. Ходьба. 7. Упражнения на частоту движений.	
35	При развитии гибкости следует стремиться	А) гармоничному увеличению подвижности в основных суставах Б) достижению максимальной амплитуды движений в основных суставах В) оптимальной амплитуде движений в плечевом, тазобедренном, коленном суставах Г) восстановлению нормальной амплитуды движений суставов
36	Под выносливостью как физическим качеством понимается:	А) комплекс свойств, обуславливающий возможность выполнять разнообразные физические нагрузки Б) комплекс свойств, определяющих способность противостоять утомлению В) способность длительно совершать физическую работу, практически не утомляясь Г) способность сохранять заданные параметры работы
37	Выносливость человека не зависит от:	А) функциональных возможностей систем энергообеспечения Б) скорости двигательной реакции В) настойчивости, выдержки, мужественности, умения терпеть Г) силы мышц
38	При развитии выносливости не применяются упражнения, характерными признаками которых являются:	А) максимальная активность систем энергообеспечения Б) умеренная интенсивность В) максимальная интенсивность Г) активная работа большинства звеньев опорно-двигательного аппарата
39	Техникой физических упражнений принято называть	А) способ целесообразного решения двигательной задачи Б) способ организации движений при выполнении упражнений В) состав и последовательность движений при выполнении упражнений Г) рациональную организацию двигательных действий
40	При анализе техники принято выделять основу, ведущее звено и детали техники. Что понимают под основой (ведущим звеном и деталями техники).	А) набор элементов, характеризующий индивидуальные особенности выполнения целостного двигательного действия Б) состав и последовательность элементов, входящих в двигательное действие В) совокупность элементов, необходимых для решения двигательной задачи Г) наиболее важная часть определенного способа решения двигательной задачи
41	В процессе обучения двигательным действиям используют методы целостного или расчлененного упражнения. Выбор метода зависит от	А) возможности расчленения двигательного действия на относительно самостоятельные элементы Б) сложности основы техники В) количества элементов, составляющих двигательное действие Г) предпочтения учителя

42	Процесс обучения двигательному действию рекомендуется начинать с освоения	А) основы техники Б) ведущего звена техники В) подводящих упражнений Г) исходного положения
43	Физкультминутку, как одну из форм занятий физическими упражнениями следует отнести к:	А) урочным формам занятий физическими упражнениями Б) «малым» неурочным формам В) «крупным» неурочным формам Г) соревновательным формам
44	Какой раздел комплексной программы по физическому воспитанию для общеобразовательных школ не является типовым?	А) уроки физической культуры Б) внеклассная работа В) физкультурно-массовые и спортивные мероприятия Г) содержание и организация педагогической практики
45	Измерение ЧСС сразу после пробегания отрезка дистанции следует отнести к одному из видов контроля:	А) оперативному Б) текущему В) предварительному Г) итоговому

Критерии оценивания теста

Оценка за тест определяется простым суммированием баллов за правильные ответы на вопросы: 1 правильный ответ = 2 балл. Максимум 90 баллов.

Результат теста

Тест оценивается на «зачтено», «не зачтено»:

46-90 балла (50-100%) - оценка «зачтено»;

0-44 балла (0-49%) - оценка «не зачтено»;

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОПРОСА

1. Определение понятий в области физической культуры
2. Понятие «здоровье» и основные его компоненты
3. Факторы, определяющие здоровье человека.
4. Образ жизни и его составляющие.
5. Разумное чередование труда и отдыха, как компонент ЗОЖ.
6. Рациональное питание и ЗОЖ.
7. Отказ от вредных привычек и соблюдение правил личной и общественной гигиены.
8. Двигательная активность — как компонент ЗОЖ.
9. Выполнение мероприятий по закаливанию организма.
10. Физическое самовоспитание и самосовершенствование как необходимое условие реализации мероприятий ЗОЖ.
11. Врачебный контроль как обязательная процедура для занимающихся физической культурой.
12. Самоконтроль — необходимая форма контроля человека за физическим состоянием.
13. Методика самоконтроля физического развития.
14. Самостоятельное измерение артериального давления и частоты сердечных сокращений.
15. Проведение функциональных проб для оценки деятельности сердечно-сосудистой системы.
16. Проведение функциональных проб для оценки деятельности дыхательной системы.
17. Самоконтроль уровня развития физических качеств: быстроты, гибкости, ловкости, силы и выносливости.
18. Ведение дневника самоконтроля.
19. Цель и задачи физического воспитания в вузе.
20. Специфические функции физической культуры.
21. Социальная роль и значение спорта.
22. Этапы становления физической культуры личности студента.
23. Понятия физическая культура, физическое воспитание, физическое развитие, физическое совершенство.
24. Реабилитационная физическая культура, виды, краткая характеристика.
25. Разделы учебной программы дисциплины «Физическая культура».
26. Комплектование учебных отделений студентов для организации и проведения занятий по физическому воспитанию.

27. Преимущества спортивно-ориентированной программы дисциплины «Физическая культура» для студентов.
28. Особенности комплектования студентов с различным характером заболеваний в специальном учебном отделении.
29. Зачетные требования по учебной дисциплине «Физическая культура».
30. Формирование двигательного навыка.
31. Устойчивость организма к воздействию неблагоприятных факторов.
32. Мотивация и направленность самостоятельных занятий.
33. Утренняя гигиеническая гимнастика.
34. Мотивация выбора видов спорта или систем физических упражнений.
35. Самостоятельные занятия оздоровительным бегом.
36. Самостоятельные занятия атлетической гимнастикой.
37. Особенности самостоятельных занятий женщин.
38. Мотивация и направленность самостоятельных занятий. Утренняя гигиеническая гимнастика.
39. Физические упражнения в течение учебного дня: физкультминутки, физкультпаузы.
40. Самостоятельные тренировочные занятия: структура, требования к организации и проведению.
41. Мотивация выбора видов спорта или систем физических упражнений.
42. Самостоятельные занятия оздоровительным бегом.
43. Самостоятельные занятия атлетической гимнастикой.
44. Особенности самостоятельных занятий женщин.
45. Роль физической культуры в профессиональной деятельности бакалавра и специалиста.
46. Производственная физическая культура, ее цели и задачи.
47. Методические основы производственной физической культуры.
48. Производственная физическая культура в рабочее время.
49. Физическая культура и спорт в свободное время.
50. Профилактика профессиональных заболеваний и травматизма средствами физической культуры.
51. Понятие ППФП, её цель, задачи. Прикладные знания, умения и навыки.
52. Прикладные психические качества.
53. Прикладные специальные качества.
54. Факторы, определяющие содержание ППФП: формы труда, условия труда.
55. Факторы, определяющие содержание ППФП: характер труда, режим труда и отдыха.
56. Дополнительные факторы, определяющие содержание ППФП.
57. Средства ППФП.
58. Организация и формы ППФП в вузе.
59. Понятия общей и специальной физической подготовки.
60. Отличия понятий спортивная подготовка и спортивная тренировка.
61. Стороны подготовки спортсмена.
62. Средства спортивной подготовки.
63. Структура отдельного тренировочного занятия.
64. Роль подготовительной части занятия в тренировочном процессе.
65. Понятие «физическая нагрузка», эффект ее воздействия на организм.
66. Внешние признаки утомления.
67. Виды и параметры физических нагрузок.
68. Интенсивность физических нагрузок.
69. Психофизиологическая характеристика умственной деятельности.
70. Работоспособность: понятие, факторы, периоды
71. Физические упражнения в течение учебного дня для поддержания работоспособности.
72. Бег как самое эффективное средство восстановления и повышения работоспособности.
73. Плавание и работоспособность.
74. Методические принципы физического воспитания, сущность и значение.
75. Принципы сознательности и активности, наглядности в процессе физического воспитания.
76. Принципы доступности и индивидуализации, систематичности и динамичности.
77. Средства физической культуры.
78. Общепедагогические методы физического воспитания.
79. Методы обучения технике двигательного действия.
80. Этапы обучения двигательного действия.
81. Методы развития физических качеств: равномерный, повторный, интервальный.
82. Метод круговой тренировки, игровой и соревновательный методы.
83. Сила как физическое качество, общая характеристика силовых упражнений.
84. Методы развития силы.
85. Выносливость — виды выносливости, особенности развития выносливости.
86. Развитие физических качеств: быстроты, гибкости, ловкости.
87. Понятие «спорт». Его принципиальное отличие от других видов занятий физическими упражнениями.
88. Массовый спорт: понятие, цель, задачи.
89. Спорт высших достижений: понятие, цель, задачи.

- 90. Студенческий спорт, его организационные особенности.
- 91. Студенческие спортивные соревнования.
- 92. Студенческие спортивные организации.
- 93. Всероссийский физкультурно-спортивный комплекс «ГТО» (Готов к труду и обороне).

Выполнение работы над ошибками

При получении проверенного теста необходимо проанализировать отмеченные ошибки. Все задания, в которых были сделаны ошибки или допущены неточности, следует еще раз выполнить в конце данного теста. Тесты, тесты являются учебными документами, которые хранятся на кафедре до конца учебного года.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ
КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ**

по дисциплине

**ЭЛЕКТИВНЫЕ КУРСЫ ПО ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ И
СПОРТУ**

Автор: Шулиманов Д.Ф.

Екатеринбург
2020

Содержание

Цели и задачи дисциплины	3
Место дисциплины в структуре основной образовательной программы	3
Требования к оформлению контрольной работы	3
Содержание контрольной работы.....	3
Выполнение работы над ошибками.....	10
Критерии оценивания контрольной работы	10
Образец титульного листа	11

1. Цели и задачи дисциплины

Цель: формирование физической культуры личности и способности направленного использования разнообразных средств физической культуры, спорта и туризма для сохранения и укрепления здоровья, психофизической подготовки и самоподготовки к будущей жизни и профессиональной деятельности.

Задачи:

- формирование осознания социальной значимости физической культуры и её роли в развитии личности и подготовке к профессиональной деятельности;
- изучение научно-биологических, педагогических и практических основ физической культуры и здорового образа жизни;
- формирование мотивационно-ценностного отношения к физической культуре, установки на здоровый стиль жизни, физическое совершенствование и самовоспитание привычки к регулярным занятиям физическими упражнениями и спортом;

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы

Дисциплина «Элективные курсы по физической культуре и спорту» относится к разделу «Блок 1. Базовая часть».

3. Требования к оформлению контрольной работы

Контрольные задания выполняются на листах формата А4 в рукописном виде, кроме титульного листа. На титульном листе (см. образец оформления титульного листа в печатном виде) указывается фамилия студента, номер группы, номер контрольной работы и фамилия преподавателя, у которого занимается обучающийся.

В конце работы должна быть поставлена подпись студента и дата выполнения заданий.

Контрольные задания должны быть выполнены в той последовательности, в которой они даны в контрольной работе.

Выполненную контрольную работу необходимо сдать преподавателю для проверки в установленные сроки.

Если контрольная работа выполнена без соблюдения изложенных выше требований, она возвращается студенту для повторного выполнения.

По дисциплине «элективные курсы по физической культуре и спорту» представлено 2 варианта контрольной работы.

Содержание контрольной работы

Вопросы для групповой дискуссии

1. Что можно отнести к средствам физического воспитания?
2. Влияние климатогеографического фактора на здоровье и работоспособность человека
3. Чем отличается спорт от физической культуры?
4. Что мы относим к материальным ценностям физической культуры, а что – к духовным?
5. В чем состоит взаимосвязь физической и умственной деятельности человека?
6. Причины возникновения таких явлений как гипокинезия и гиподинамия
7. Для чего нужна адаптивная физическая культура?
8. При выборе вида спорта на какие аспекты и характеристики необходимо обратить основное внимание.

Контрольная работа №1

Вариант 1

ДЕ-1: Физическая культура в общекультурной и профессиональной подготовке обучающихся.

1. Часть общечеловеческой культуры, специфический процесс и результат человеческой деятельности, средство и способ физического совершенствования личности – это:
а) физическая культура; б) спорт; в) туризм; г) физическое развитие.
2. Физическое воспитание – это:
а) педагогический процесс, направленный на формирование физической культуры личности в результате педагогического воздействия и самовоспитания;
б) приобщение человека к физической культуре;

- в) биологический процесс становления, изменения естественных морфологических и функциональных свойств организма в течение жизни человека;
- г) процесс формирования определенных физических и психических качеств.

3. Чем спорт отличается от физической культуры:

- а) наличием специального оборудования; б) присутствием зрителей; в) наличием соревновательного момента; г) большой физической нагрузкой.

4. Какой из ниже перечисленных принципов не относится к основным принципам физического воспитания:

- а) сознательности и активности; б) наглядности; в) последовательности;
- г) систематичности;

5. Под физическим развитием понимается:

- а) процесс изменения морфофункциональных свойств организма на протяжении жизни;
- б) размеры мускулатуры, форма тела, функциональные возможности дыхания и кровообращения, физическая работоспособность;
- в) процесс совершенствования физических качеств, при выполнении физических упражнений;
- г) уровень, обусловленный наследственностью и регулярностью занятий физической культурой и спортом.

ДЕ-2: Основы здорового образа жизни обучающегося.

1. Определение понятия «Здоровье» Всемирной организации здравоохранения. Здоровье это:

- а) естественное состояние организма без болезней и недугов;
- б) состояние полного физического, умственного и социального благополучия;
- в) состояние отсутствия каких-либо заболеваний;
- г) все перечисленное.

2. Состояние здоровья обусловлено:

- а) резервными возможностями организма; б) образом жизни;
- в) уровнем здравоохранения; г) отсутствием болезней.

3. Что не относится к внешним факторам, влияющим на человека:

- а) природные факторы; б) факторы социальной среды; в) генетические факторы;
- г) биологические факторы.

4. Сколько времени необходимо нормальному человеку для ночного сна:

- а) 5 – 6 часов; б) 6 – 7 часов; в) 7 – 8 часов; г) 8 – 9 часов.

5. К активному отдыху относится:

- а) сон; б) отдых сидя; в) занятия двигательной деятельностью; г) умственная деятельность.

ДЕ-3: Средства и методы физической культуры.

1. Физическими упражнениями называются:

- а) двигательные действия, используемые для формирования техники движений;
- б) двигательные действия, используемые для развития физических качеств и укрепления здоровья;
- в) двигательные действия, выполняемые на занятиях по физической культуре и самостоятельно;
- г) двигательные действия, направленные на реализацию задач физического воспитания.

2. Занятия физическими упражнениями отличаются от трудовых действий:

- а) интенсивностью; б) задачами; в) местом проведения; г) все ответы верны.

3. Физические упражнения являются:

- а) принципом физического воспитания; б) методом физического воспитания;
- в) средством физического воспитания; г) функцией физического воспитания.

4. Что не относится к методам физического воспитания:

- а) игровой; б) регламентированного упражнения; в) словесный и сенсорный;
- г) самостоятельный.

5. Метод в физической культуре – это

- а) основное положение, определяющее содержание учебного процесса по физической культуре;
- б) руководящее положение, раскрывающее принципы физической культуры;
- в) конкретная причина, заставляющая человека выполнять физические упражнения;
- г) способ применения физических упражнений.

ДЕ-4: Общая физическая и специальная подготовка в системе физического воспитания.

1. Физическая подготовка – это:

- а) педагогический процесс, направленный на формирование физической культуры личности в результате педагогического воздействия и самовоспитания;
- б) приобщение человека к физической культуре, в процессе которой он овладевает системой знаний, ценностей, позволяющих ему осознанно и творчески развивать физические способности;
- в) биологический процесс становления, изменения естественных морфологических и функциональных свойств организма в течение жизни человека;

г) процесс формирования определенных физических и психических качеств, умений и навыков человека посредством направленных занятий с применением средств физической культуры.

2. К основным физическим качествам относятся:

- а) рост, вес, объем бицепсов, становая сила; б) бег, прыжки, метания, лазания;
- в) сила, выносливость, быстрота, ловкость, гибкость; г) взрывная сила, прыгучесть, меткость.

3. Различают гибкость:

- а) абсолютную и относительную; б) общую и специальную; в) активную и пассивную;
- г) простую и сложную.

4. Какие виды спорта развивают преимущественно выносливость:

- а) спортивные единоборства; б) циклические; в) спортивные игры; г) ациклические.

5. Скоростно-силовые качества преимущественно развиваются:

- а) в тяжелой атлетике; б) в акробатике; в) в конькобежном спорте; г) в лыжном спорте.

Вариант 2

ДЕ-1: Физическая культура в общекультурной и профессиональной подготовке обучающихся.

1. На что преимущественно влияют занятия по физической культуре:

- а) на интеллектуальные способности;
- б) на удовлетворение социальных потребностей;
- в) на воспитание лидерских качеств;
- г) на полноценное физическое развитие.

2. Физическая культура – это:

- а) часть общечеловеческой культуры, специфический процесс и результат человеческой деятельности, средство и способ физического совершенствования личности;
- б) часть науки о природе двигательной деятельности человека
- в) вид воспитательного процесса, специфика которого заключена в обучении двигательным актам и управлением развитием и совершенствованием физических качеств человека;
- г) процесс физического образования и воспитания, выражающий высокую степень развития индивидуальных физических способностей.

3. Что не относится к компонентам физической культуры:

- а) физическое развитие; б) спорт высших достижений; в) оздоровительно-реабилитационная физическая культура;
- г) гигиеническая физическая культура.

4. Выбрать правильное определение термина «Физическое развитие»:

- а) физическое развитие – это педагогический процесс, направленный на формирование физической культуры личности в результате педагогического воздействия и самовоспитания;
- б) физическое развитие – это приобщение человека к физической культуре, в процессе которой он овладевает системой знаний, ценностей, позволяющих ему осознанно и творчески развивать физические способности;
- в) физическое развитие – это биологический процесс становления, изменения естественных морфологических и функциональных свойств организма в течение жизни человека;
- г) физическое развитие – это процесс формирования определенных физических и психических качеств, умений и навыков человека посредством направленных занятий с применением средств физической культуры.

5. Теоретический материал учебного предмета «Физическая культура и спорт» в высших учебных заведениях включает в себя:

- а) фундаментальные знания общетеоретического характера;
- б) инструктивно-методические знания;
- в) знания о правилах выполнения двигательных действий;
- г) все вышеперечисленное.

ДЕ-2: Основы здорового образа жизни обучающегося.

1. Что понимается под закаливанием:

- а) купание в холодной воде и хождение босиком;
- б) приспособление организма к воздействиям внешней среды;
- в) сочетание воздушных и солнечных ванн с гимнастикой и подвижными играми;
- г) укрепление здоровья.

2. Определение понятия «Здоровье» Всемирной организации здравоохранения. Здоровье это:

- а) естественное состояние организма без болезней и недугов;
- б) состояние полного физического, умственного и социального благополучия;
- в) состояние отсутствия каких-либо заболеваний;
- г) все перечисленное.

3. Какое понятие не относится к двигательной активности человека:

- а) гипоксия; б) гиподинамия; в) гипокинезия; г) гипердинамия.

4. Какая из перечисленных функций не относится к функции кожи:

- а) защита внутренней среды организма; б) терморегуляция; в) выделение из организма продуктов обмена веществ;
- г) звукоизоляция.

5. Соблюдение режима дня способствует укреплению здоровья, потому что:

- а) обеспечивает ритмичность работы организма;
- б) позволяет правильно планировать дела в течение дня;
- в) распределение основных дел осуществляется более или менее стандартно в течение каждого дня;
- г) позволяет избегать неоправданных физических напряжений.

ДЕ-3: Средства и методы физической культуры.

1. Физическое упражнение - это:

- а) двигательные действия, используемые для формирования техники движений;
- б) двигательные действия, используемые для развития физических качеств и укрепления здоровья;
- в) двигательные действия, выполняемые на занятиях по физической культуре и самостоятельно;
- г) двигательные действия, направленные на реализацию задач физического воспитания.

2. Положительное влияние физических упражнений на развитие функциональных возможностей организма будет зависеть:

- а) от технической и физической подготовленности занимающихся;
- б) от особенностей реакций систем организма в ответ на выполняемые упражнения;
- г) от состояния здоровья и самочувствия занимающихся во время выполнения упражнений;
- г) от величины физической нагрузки и степени напряжения в работе определенных мышечных групп.

3. Что не относится к средствам физического воспитания:

- а) физические упражнения;
- б) подвижные игры;
- в) соревнования;
- в) спортивные игры.

4. Что относится к методическим принципам физического воспитания:

- а) сознательность и активность;
- б) наглядность и доступность;
- в) систематичность и динамичность;
- г) все вышеперечисленное.

5. Регулярные занятия физическими упражнениями способствует повышению работоспособности, потому что:

- а) во время занятий выполняются двигательные действия, содействующие развитию силы и выносливости;
- б) достигнутое при этом утомление активизирует процессы восстановления и адаптации;
- в) в результате повышается эффективность и экономичность дыхания и кровообращения;
- г) человек, занимающийся физическими упражнениями, способен выполнять больший объем физической работы за отведенный отрезок времени.

ДЕ-4: Общая физическая и специальная подготовка в системе физического воспитания.

1. Степень владения техникой действий, при которой повышена концентрация внимания на составные операции (части), наблюдается нестабильное решение двигательной задачи – это

- а) двигательное умение; в) массовый спорт; в) двигательный навык;
- г) спорт высших достижений.

2. Для воспитания быстроты используются:

- а) упражнения в беге с максимальной скоростью на короткие дистанции;
- б) подвижные и спортивные игры;
- в) упражнения на быстроту реакции и частоту движений;
- г) двигательные упражнения, выполняемые с максимальной скоростью.

3. Различают два вида выносливости:

- а) абсолютная и относительная; б) общая и специальная; в) активная и пассивная;
- г) динамическую и статическую.

4. Процесс воспитания физических качеств, обеспечивающих преимущественное развитие тех двигательных способностей, которые необходимы для конкретной спортивной дисциплины - это

- а) общая физическая подготовка; б) двигательное умение; в) специальная физическая подготовка; г) двигательный навык.

5. Различают силу:

- а) абсолютную и относительную; б) общую и специальную; в) активную и пассивную;
- г) статическую и динамическую.

Контрольная работа №2

Вариант 1

ДЕ-1: Основы методики самостоятельных занятий физическими упражнениями.

1. В комплекс утренней гимнастики следует включать:
а) упражнения с отягощением; б) упражнения статического характера;
в) упражнения на гибкость и дыхательные упражнения; г) упражнения на выносливость.
2. К объективным показателям самоконтроля относится:
а) частота сердечных сокращений; б) самочувствие; в) аппетит; г) сон.
3. При нагрузке интенсивности выше средней частота пульса достигает:
а) 100 – 130 уд/мин; б) 130 – 150 уд/мин; в) 150 – 170 уд/мин; г) более 170 уд/мин.
4. Самостоятельные тренировочные занятия рекомендуется выполнять:
а) после приема пищи; б) после сна натошак; в) во второй половине дня, через 2-3 часа после обеда; г) перед сном.

ДЕ-2: Спорт. Индивидуальный выбор видов спорта или систем физических упражнений.

1. Регулярные занятия доступным видом спорта, участия в соревнованиях с целью укрепления здоровья, коррекции физического развития и телосложения, активного отдыха, достижение физического совершенствования – это:
а) спорт высших достижений;
б) лечебная физическая культура;
в) профессионально-прикладная физическая культура;
г) массовый спорт.
2. Какой вид спорта наиболее эффективно развивает гибкость и ловкость:
а) фехтование;
б) баскетбол;
в) фигурное катание;
г) художественная гимнастика.
3. Количество игровых одной команды в волейболе на площадке:
а) 7; б) 6; в) 5; г) 8.
4. Как осуществляется контроль за влиянием физических нагрузок на организм во время занятий физическими упражнениями:
а) по частоте дыхания;
б) по частоте сердечно-сосудистых сокращений;
в) по объему выполненной работы.

ДЕ-3: Особенности занятий избранным видом спорта или системой физических упражнений.

1. Степень владения техникой действия, при которой управление движением происходит автоматически, и действия отличаются надежностью – это:
а) двигательное умение;
б) массовый спорт;
в) двигательный навык;
г) спорт высших достижений.
2. Как дозируются упражнения на гибкость:
а) до появления пота;
б) до снижения амплитуды движений;
в) по 12-16 циклов движений;
г) до появления болевых ощущений.
3. При воспитании силы применяются специальные упражнения с отягощениями. Их отличительная особенность заключается в том, что:
а) в качестве отягощения используется собственный вес человека;
б) они выполняются до утомления;
в) они вызывают значительное напряжение мышц;
г) они выполняются медленно.
4. В каком из перечисленных видов спорта преимущественно развивается выносливость:
а) в фигурном катании;
б) в пауэрлифтинге;
в) в художественной гимнастике;
г) в лыжном спорте.

ДЕ-4: Самоконтроль занимающихся физическими упражнениями и спортом.

1. Регулярные занятия физическими упражнениями способствуют повышению работоспособности, потому что:
а) обеспечивают усиленную работу мышц;

- б) обеспечивают выполнение большого объема мышечной работы с разной интенсивностью;
- в) обеспечивают усиленную работу систем дыхания и кровообращения;
- г) обеспечивают усиленную работу системы энергообеспечения.

2. Меры профилактики переутомления:

- а) посидеть 3-4 минуты;
- б) сменить вид деятельности;
- в) прекратить выполнение действий, пройти обследование у врачей, выполнить их рекомендации;
- г) достаточно 2 дней полноценного отдыха для восстановления.

3. При нагрузке средней интенсивности частота пульса достигает:

- а) 100 – 130 уд/мин;
- б) 130 – 150 уд/мин;
- в) 150 – 170 уд/мин;
- г) более 170 уд/мин

4. Что называется «разминкой», проводимой в подготовительной части занятия:

- а) чередование легких и трудных общеразвивающих упражнений;
- б) чередование беговых и общеразвивающих упражнений;
- в) подготовка организма к предстоящей работе;
- г) чередование беговых упражнений и ходьбы.

ДЕ-5: Профессионально-прикладная физическая подготовка (ППФП) обучающихся.

Специально направленное и избирательное использование средств физической культуры и спорта для подготовки человека к определенной профессиональной деятельности – это:

- а) спорт высших достижений;
- б) лечебная физическая культура;
- в) производственная физическая культура;
- г) массовый спорт.

1. ППФП строится на основе и в единстве с:

- а) физической подготовкой; б) технической подготовкой; в) тактической подготовкой;
- г) психологической подготовкой.

3. Какая из нижеперечисленных задач не является задачей ППФП:

- а) развитие физических способностей, специфических для данной профессии;
- б) формирование профессионально-прикладных сенсорных умений и навыков;
- в) сообщение специальных знаний для успешного освоения практических навыков трудовой деятельности;
- г) повышение функциональной устойчивости организма к неблагоприятному воздействию факторов окружающей среды.

4. Что не является формой занятий по ППФП:

- а) спортивно-прикладные соревнования; б) учебные занятия; в) занятия в период учебной практики; г) рекреационные занятия.

Вариант 2

ДЕ-1: Основы методики самостоятельных занятий физическими упражнениями.

1. Определение повседневных изменений в подготовке занимающихся – это:

- а) педагогический поэтапный контроль;
- б) педагогический текущий контроль;
- в) педагогический оперативный контроль;
- г) педагогический двигательный контроль.

1. В комплекс утренней гимнастики не рекомендуется включать:

- а) упражнения на гибкость;
- б) дыхательные упражнения;
- в) упражнения с отягощением;
- г) упражнения для всех групп мышц.

2. Самостоятельные тренировочные занятия не рекомендуется выполнять:

- а) за час до приема пищи;
- б) после сна натошак;
- в) во второй половине дня, через 2-3 часа после обеда;
- г) за 3 часа до отхода ко сну.

4. Дневник самоконтроля нужен для:

- а) коррекции содержания и методики занятий физическими упражнениями;
- б) контроля родителей;
- в) лично спортсмену;
- г) лично тренеру.

ДЕ-2: Спорт. Индивидуальный выбор видов спорта или систем физических упражнений.

1. К циклическим видам спорта не относится:
 - а) волейбол;
 - б) стайерский бег;
 - в) плавание;
 - г) спортивная ходьба.
2. Какой из перечисленных видов спорта преимущественно развивает координацию движений:
 - а) спортивная гимнастика;
 - б) лыжный спорт;
 - в) триатлон;
 - г) атлетическая гимнастика.
3. Систематическая плановая многолетняя подготовка и участие в соревнованиях в избранном виде спорта с целью достижения максимальных спортивных результатов – это:
 - а) спорт высших достижений;
 - б) лечебная физическая культура;
 - в) профессионально-прикладная физическая культура;
 - г) массовый спорт.
4. Какие упражнения включаются в разминку почти во всех видах спорта:
 - а) упражнения на развитие выносливости;
 - б) упражнения на развитие гибкости и координации движений;
 - в) бег и общеразвивающие упражнения.

ДЕ-3: Особенности занятий избранным видом спорта или системой физических упражнений.

1. Какая из представленных способностей не относится к группе координационных:
 - а) способность сохранять равновесие;
 - б) способность точно дозировать величину мышечных усилий;
 - в) способность быстро реагировать на стартовый сигнал;
 - г) способность точно воспроизводить движения в пространстве.
2. Почему на занятиях по «физической культуре» выделяют подготовительную, основную и заключительную части:
 - а) так удобнее распределять различные по характеру упражнения;
 - б) выделение частей занятий связано с необходимостью управлять динамикой работоспособности занимающихся;
 - в) выделение частей в занятии требует Министерства науки и образования;
 - г) перед занятием, как правило, ставятся 3 задачи, и каждая часть предназначена для них.
3. Величина нагрузки физических упражнений обусловлена:
 - а) сочетанием объема и интенсивности двигательных действий;
 - б) степенью преодолеваемых при их выполнении трудностей;
 - в) утомлением, возникающим в результате их выполнения;
 - г) частотой сердечных сокращений.
4. Назовите количество игроков на волейбольной площадке:
 - а) 4; б) 5; в) 6; г) 7.

ДЕ-4: Самоконтроль занимающихся физическими упражнениями и спортом.

1. К объективным показателям самоконтроля относится:
 - а) частота сердечных сокращений; б) самочувствие; в) аппетит; г) сон.
2. При нагрузке интенсивности выше средней частота пульса достигает:
 - а) 100 – 130 уд/мин; б) 130 – 150 уд/мин; в) 150 – 170 уд/мин; г) более 170 уд/мин.
3. Самостоятельные тренировочные занятия рекомендуется выполнять:
 - а) после приема пищи; б) после сна натошак; в) во второй половине дня, через 2-3 часа после обеда; г) перед сном.
4. Меры профилактики переутомления:
 - а) посидеть 3-4 минуты;
 - б) сменить вид деятельности;
 - в) прекратить выполнение действий, пройти обследование у врачей, выполнить их рекомендации;
 - г) достаточно 2 дней полноценного отдыха для восстановления.

ДЕ-5: Профессионально-прикладная физическая подготовка (ППФП) обучающихся.

1. Система методически обоснованных физических упражнений, физкультурно-оздоровительных и спортивных мероприятий, направленных на повышение и сохранение устойчивой и профессиональной дееспособности – это:
 - а) физкультурная пауза;
 - б) производственная физическая культура;
 - в) спорт высших достижений;
 - г) массовый спорт.

2. Профессионально-прикладная физическая подготовка - это

- а) специализированный вид физического воспитания, осуществляемый в соответствии с особенностями и требованиями данной профессии;
- б) система профессиональных мероприятий, осуществляемая в соответствии с особенностями данной профессии;
- в) процесс формирования специализированных знаний, умений и навыков;
- г) целенаправленное воздействие на развитие физических качеств человека посредством нормированных нагрузок.

3. Какой вид спорта наиболее эффективно развивает координационные способности монтажников-высотников:

- а) фехтование; б) баскетбол; в) мото-спорт; г) гимнастика.

4. Что не является формой занятий по ППФП:

- а) спортивно-прикладные соревнования; б) учебные занятия; в) занятия в период учебной практики; г) рекреационные занятия.

Проблемные и сложные вопросы, возникающие в процессе изучения курса и выполнения контрольной работы, необходимо решать с преподавателем на консультациях.

Выполнению контрольной работы должно предшествовать самостоятельное изучение студентом рекомендованной литературы.

Студент получает проверенную контрольную работу с исправлениями в тексте и замечаниями. В конце работы выставляется оценка «зачтено», «не зачтено». Работа с оценкой «не зачтено» должна быть доработана и представлена на повторную проверку.

Выполнение работы над ошибками

При получении проверенной контрольной работы необходимо проанализировать отмеченные ошибки. Все задания, в которых были сделаны ошибки или допущены неточности, следует еще раз выполнить в конце данной контрольной работы. Контрольные работы являются учебными документами, которые хранятся на кафедре до конца учебного года.

Критерии оценивания контрольной работы

Оценка за контрольную работу определяется простым суммированием баллов за правильные ответы на вопросы: 1 правильный ответ = 2 балл. Максимум 40 баллов.

Результат контрольной работы

Контрольная работа оценивается на «зачтено», «не зачтено»:

20-40 балла (50-100%) - оценка «зачтено»;

0-19 балла (0-49%) - оценка «не зачтено»;

Образец оформления титульного листа



**Министерство науки и высшего образования РФ
ФГБОУ ВО
«Уральский государственный горный университет»**

Кафедра физической культуры

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

по дисциплине

ЭЛЕКТИВНЫЕ КУРСЫ ПО ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ И СПОРТУ

Выполнил: Иванов Иван Иванович
Группа _____

Преподаватель: Петров Петр Петрович

**Екатеринбург
2018**

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Факультет геологии и геофизики

Кафедра Математики



В. Б. Сурнев

ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА

РЕШЕБНИК ЗАДАЧ ПО ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКЕ

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

Екатеринбург 2020

Министерство высшего образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Уральский государственный горный университет
Факультет геологии и геофизики
Кафедра Математики

В. Б. Сурнев

ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА
РЕШЕБНИК ЗАДАЧ ПО ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКЕ
УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

УДК 512.64

ББЛ 22.143

С 90

С 90 В. Б. Сурнев

Высшая математика. Учебник задач по высшей математике: -

Учебно-методическое пособие. Екатеринбург. ФГБОУ ВО УГГУ. 2020. – 338 с.

ISBN

Пособие охватывает все разделы дисциплины «Математика», предусмотренные государственными стандартами подготовки специалистов специальности «Горное дело». В каждой главе пособия приводятся краткие теоретические сведения и примеры решения типовых задач, предлагаются задания для самостоятельной работы.

Предназначено для студентов специальности 21.05.04 – «Горное дело»: специализация № 6 «Обогащение полезных ископаемых», специализация № 10 «Электрификация и автоматизация горного производства», специализация N 8 "Горнопромышленная экология", специализация № 9 "Горные машины и оборудование". Учебное пособие может быть использовано и для других специальностей и направлений подготовки горно-геологического профиля высших учебных заведений.

Рецензенты:

Кафедра информатики ФГБОУ ВО УГГУ, зав. кафедрой канд. техн. наук, доцент А. В. Дружинин

Д-р физ.-мат. наук, в. н. с., ИГФ УрО РАН им. Ю. П. Булашевича А. Ф. Шестаков.

Сурнев Виктор Борисович

ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА. РЕШЕБНИК ЗАДАЧ ПО ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКЕ

ISBN

© Сурнев В. Б., 2020

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Уральский государственный горный университет (УГГУ)

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	9
Часть 1. ЛИНЕЙНАЯ АЛГЕБРА С ЭЛЕМЕНТАМИ ОБЩЕЙ АЛГЕБРЫ	11
1. ЭЛЕМЕНТЫ ОБЩЕЙ АЛГЕБРЫ	
Практическое занятие 1. Теория множеств. Множества, операции, отношения	11
Предварительные сведения	11
Примеры с решением	13
Практическое занятие 2. Числовые поля. Комплексные числа	20
Предварительные сведения	20
Примеры с решением	22
Задания для самостоятельной работы	24
2. ВЕКТОРНЫЕ ПРОСТРАНСТВА И ЛИНЕЙНЫЕ ОПЕРАТОРЫ	30
Практическое занятие 1. Векторная алгебра	30
Предварительные сведения	30
Примеры с решением	33
Практическое занятие 2. Векторное и смешанное произведения. Прямая линия и плоскость	45
Предварительные сведения	45
Примеры с решением	46

Практическое занятие 3. Абстрактные векторные пространства	52
Предварительные сведения	52
Примеры с решением	53
Практическое занятие 4. Линейные операторы, матрицы, определители и СЛАУ	75
Предварительные сведения	75
Примеры с решением	76
Практическое занятие 5. Общие свойства линейных операторов	91
Предварительные сведения	91
Примеры с решением	92
Задания для самостоятельной работы	101
Часть 2. ОПЕРАТОРЫ В ЕВКЛИДОВЫХ ПРОСТРАНСТВАХ. ГЕОМЕТРИЯ ПРОСТРАНСТВА E^n	113
Практическое занятие 1. Подпространства. Специальные типы линейных операторов в евклидовом пространстве	113
Предварительные сведения	113
Примеры с решением	116
Практическое занятие 2. Некоторые задачи в геометрии евклидова пространства	137

Предварительные сведения	137
Примеры с решением	138
Практическое занятие 3. Поверхности второго порядка	145
Предварительные сведения	145
Примеры с решением	147
Задания для самостоятельной работы	157
ЧАСТЬ 3. ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЕ И ИНТЕГРАЛЬНОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ ФУНКЦИЙ ОДНОГО ПЕРЕМЕННОГО	162
Практическое занятие 1. Понятие предела числовой последовательности	162
Предварительные сведения	162
Примеры с решением	164
Практическое занятие 2. Непрерывность и предел функции	172
Предварительные сведения	172
Примеры с решением	173
Практическое занятие 3. Дифференцируемость функции одного переменного	179
Предварительные сведения	179
Примеры с решением	180
Практическое занятие 4. Основные теоремы дифференциального исчисления	191

Предварительные сведения	191
Примеры с решением	192
Практическое занятие 5. Исследование функций одного переменного	201
Предварительные сведения	201
Примеры с решением	203
Практическое занятие 6. Интегрируемость функций одного переменного	210
Предварительные сведения	210
Примеры с решением	211
Задания для самостоятельной работы	217
ЧАСТЬ 4. ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ ФУНКЦИЙ НЕСКОЛЬКИХ ПЕРЕМЕННЫХ. РЯДЫ	224
Практическое занятие 1. Дифференцируемость функций нескольких переменных	224
Предварительные сведения	224
Примеры с решением	226
Практическое занятие 2. Исследование функции нескольких переменных	239
Предварительные сведения	239
Примеры с решением	240

Практическое занятие 3. Числовые ряды	244
Предварительные сведения	244
Примеры с решениями	245
Практическое занятие 4. Функциональные и степенные ряды	251
Предварительные сведения	251
Примеры с решением	253
Задания для самостоятельной работы	260
ЧАСТЬ 5. ТЕОРИЯ ПОЛЯ. ВЕКТОРНЫЙ АНАЛИЗ. ОБЫКНОВЕННЫЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕ- НИЯ	266
Практическое занятие 1. Базисные векторные поля	266
Предварительные сведения	266
Примеры с решением	269
Практическое занятие 2. Криволинейные интегралы	279
Предварительные сведения	279
Примеры с решением	281
Практическое занятие 3. Кратные интегралы	284
Предварительные сведения	284
Примеры с решением	287
Практическое занятие 4. Некоторые приложения криволи- нейных и кратных интегралов	296
Предварительные сведения	296

Примеры с решением	297
Практическое занятие 5. Поверхностные интегралы	302
Предварительные сведения	302
Примеры с решением	303
Практическое занятие 6. Векторный анализ	307
Предварительные сведения	307
Примеры с решением	310
Практическое занятие 7. Обыкновенные дифференциальные уравнения	319
Предварительные сведения	319
Примеры с решением	322
Практическое занятие 8. Системы ОДУ	337
Предварительные сведения	337
Примеры с решением	342
Задания для самостоятельной работы	348

ПРЕДИСЛОВИЕ

Учебное пособие «ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА. РЕШЕБНИК ЗАДАЧ ПО ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКЕ» предназначено для студентов технических направлений подготовки и технических специальностей университетов. Цель данного пособия – оказание помощи студентам в самостоятельной работе по освоению общего курса высшей математики технического вуза. Перечислим некоторые причины, побудившие автора к созданию данного пособия.

Хорошо известно, что без самостоятельной работы сколько-нибудь твёрдое освоение курса высшей математики совершенно невозможно. За то малое количество часов аудиторных занятий, которое отводится современными учебными планами, особенно для направлений подготовки бакалавров, никакой преподаватель не сможет обучить студентов даже основам математики, не говоря уже об овладении методами последней на уровне, нужном для плодотворного изучения специальных дисциплин учебных планов таких, как, например, теоретическая механика, теоретическая электротехника и так далее.

Желательно, чтобы студент научился самостоятельно выбирать метод решения задачи, поставленной в предметной области, и мог использовать для его реализации знания по высшей математике, полученные в университете. Последнее может быть достигнуто только упорным и творческим самостоятельным трудом, чему и призвано помочь данное пособие.

В настоящее время достаточно велико число желающих получить высшее образование с использованием дистанционных методов обучения. Несмотря на наличие у подавляющего большинства обучающихся в свободном доступе вычислительной техники разного уровня, «книжный вариант» самостоятельного изучения дисциплины математика не потерял своей актуальности. Для многих студентов наличие печатного пособия по практическому освоению курса высшей математики предпочтительнее её электронного варианта.

Предлагаемое учебное пособие появилось как результат многолетнего преподавания автором высшей математики в техническом вузе – ФГБОУ ВО Уральский государственный горный университет. Пособие содержит материал по основным разделам общего курса высшей математики. Некоторые разделы, включаемые обычно в общий курс высшей математики, в пособии не представлены.

В качестве примера назовём теорию функций комплексной переменной (ТФКП). По мнению автора ТФКП является по существу самостоятельной дисциплиной и требует отдельного издания. К тому же в русскоязычной литературе имеются в большом числе практические пособия по данной дисциплине.

Аналогично, теория вероятностей и математическая статистика в совокупности являются отдельной дисциплиной со своими теориями и методами. Поэтому включение теории вероятностей и

математической статистики в качестве раздела в пособие по общему курсу высшей математики нецелесообразно.

Также отсутствует в пособии теория уравнений с частными производными, которая является по мнению автора отдельной дисциплиной, имеющей своё историческое название – «Математическая физика».

Кроме перечисленных разделов высшей математики в пособии не представлена теория операторов, которая известна также под названием «Функциональный анализ». Данная математическая дисциплина вынужденно исключена из современных учебных планов и программ в связи с сокращением времени на изучение высшей математики.

Список разделов, включённых в данное пособие, легко увидеть из оглавления, поэтому перечислять их нет необходимости. Сделаем лишь несколько замечаний относительно структуры пособия.

Перед каждым разделом помещены краткие теоретические сводки, цель которых напомнить студенту, изучившему предварительно теоретический материал по лекционному курсу, необходимые для разбора предлагаемых примеров и решения заданий формулы.

Дальше приводятся с подробным решением примеры типовых задач, перемежающиеся иногда с дополнительными сведениями и с практико-ориентированными примерами из предметных областей.

После примеров с решениями приводятся в достаточном количестве задания для самостоятельной работы. В заданиях для самостоятельной работы ответы не приводятся. Сделано это намеренно, с целью побудить студентов в процессе самостоятельных занятий к общению между собой и с преподавателем.

В заключение отметим, что особое внимание в пособии уделяется трудным для освоения студентами разделов высшей математики, имеющих на первый взгляд абстрактный характер, например, линейной алгебре и теории обыкновенных дифференциальных уравнений. Прикладной характер данных разделов не может быть обоснован на начальных стадиях обучения в вузе и выяснится лишь при изучении специальных дисциплин.

ЧАСТЬ 1. ЛИНЕЙНАЯ АЛГЕБРА С ЭЛЕМЕНТАМИ БЩЕЙ АЛГЕБРЫ

1. ЭЛЕМЕНТЫ ОБЩЕЙ АЛГЕБРЫ

Практическое занятие 1. Теория множеств

Множества, операции, отношения

Предварительные сведения

Множество – неопределяемое понятие. Множество можно задать. Конечное множество задаётся списком, например,

$$M = \{a, b, \dots, k\},$$

где $a, b, \dots, k$ – элементы множества.

Бесконечное множество задаётся при помощи признака, позволяющего установить принадлежность элементов данному множеству:

$$M = \{x : x \in K\}.$$

Читается: M есть множество элементов x , обладающих свойством (свойствами) K , и только эти элементы являются элементами данного множества.

Над множествами можно производить операции.

Множества M_1 и M_2 считаются **равными**, если

$$M_1 = M_2 \Leftrightarrow x \in M_1 \Rightarrow x \in M_2 \wedge y \in M_2 \Rightarrow y \in M_1.$$

Пересечение множеств: $M_1 \cap M_2 \stackrel{def}{=} \{x : x \in M_1 \text{ и } x \in M_2\}.$

Объединение множеств: $M_1 \cup M_2 \stackrel{def}{=} \{x : x \in M_1 \text{ или } x \in M_2\}.$

Разность множеств: $M_1 - M_2 \equiv M_1 \setminus M_2 = \{x : x \in M_1 \text{ и } x \notin M_2\}.$

Произведение множеств: $M_1 \times M_2 = \{\{x, y\} : x \in M_1, y \in M_2\}.$

Здесь $\{x, y\}$ – упорядоченная пара элементов $x \in M_1, y \in M_2$.

Закон тождества гласит:

$$M_1 = M_2 \Leftrightarrow M_1 \subset M_2 \wedge M_2 \subset M_1.$$

Пусть $x \in M \wedge y \in M$. Бинарной алгебраической операцией называется отображение

$$\varphi : \{x, y\} \rightarrow z \in M.$$

Алгебраическая операция называется **ассоциативной**, если

$$(\forall x, y, z \in M) \quad x * (y * z) = (x * y) * z.$$

Алгебраическая операция называется **коммутативной**, если

$$(\forall x, y \in M) \quad x * y = y * x.$$

Алгебраическая операция $(\circ)$ называется **дистрибутивной** относительно алгебраической операции $(*)$, если $(\forall x, y, z \in M)$

- 1) $(x * y) \circ z = (x \circ z) * (y \circ z),$
- 2) $z \circ (x * y) = (z \circ x) * (z \circ y).$

Множество $G \neq \emptyset$ с заданной на нём бинарной алгебраической (внутренней) операцией $(*)$, называется **группой**, если выполнены следующие аксиомы:

- 1) $(\forall x, y, z \in G) \quad x * (y * z) = (x * y) * z;$
- 2) $(\exists e \in G): (\forall x \in G) \quad x * e = e * x = x;$
- 3) $(\forall x \in G) (\exists x^{-1} \in G): x * x^{-1} = x^{-1} * x = e.$

Группа называется **абелевой**, или **коммутативной**, если алгебраическая (групповая) операция коммутативна.

Непустое множество K с двумя алгебраическими операциями **сложением** и **умножением** называется **кольцом**, если выполнены аксиомы:

- 1) K есть абелева группа по операции сложения (**аддитивная группа кольца**);
- 2) операции сложения и умножения связаны дистрибутивными законами, то есть $(\forall x, y, z \in K) \quad x(y + z) = xy + xz$ и $(y + z)x = yx + zx.$

Непустое множество P вместе с двумя алгебраическими операциями – **сложением** и **умножением**, называется **полем**, если выполняются следующие аксиомы:

- 1) P есть аддитивная абелева группа по сложению;
- 2) $P - \{0\}$ есть мультипликативная абелева группа по умножению;
- 3) операции сложения и умножения связаны дистрибутивными законами, то есть $(\forall x, y, z \in P) \quad x(y + z) = xy + xz, (y + z)x = yx + zx.$

Примеры с решением

Пример 1.1.1. Найти все подмножества множества $M = \{2, 7, 9\}$.

Решение. Подмножествами данного множества являются: пустое множество $\emptyset$; само множество M ; одноэлементные множества $\{2\}, \{7\}, \{9\}$; двухэлементные множества $\{2, 7\}, \{2, 9\}, \{7, 9\}$. $\otimes$

Пример 1.1.2. Найти пересечение, объединение и разность множеств $A = \{a, b, c, d, e, f\}, B = \{b, e, f, k\}$.

Решение. Пересечение множеств $A \cap B$ содержит три элемента

$$A \cap B = \{b, e, f\},$$

объединение множеств содержит семь элементов

$$A \cup B = \{a, b, c, d, e, f, k\},$$

разность

$$A - B = \{a, c, d\}. \otimes$$

Пример 1.1.3. Найти пересечение множеств решений неравенств

$$2x - 3 > x + 1, 3x - 8 < 2x + 1,$$

полагая, что $x \in R^1$.

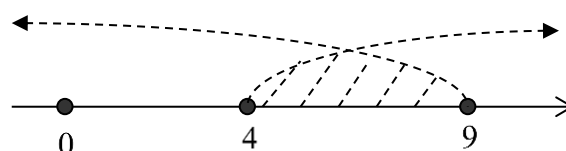


рис. 1.

Решение. Решением первого неравенства является множество действительных чисел $x > 4$, решением второго неравенства является множество действительных чисел $x < 9$. Их пересечением (рисунок 1.1.1) является множество $M = \{x \in R^1: 4 < x < 9\}$. $\otimes$

Пример 1.1.4. Найти произведение $A \times B$ множеств

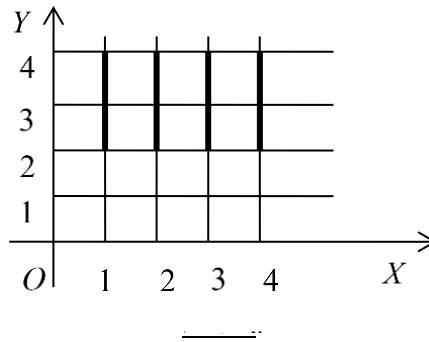
$$A = \{m, p\}, B = \{e, f, k\}.$$

Решение. Составляем, согласно определению, всевозможные упорядоченные пары, первой компонентой которых является элемент множества A , а второй – элемент множества B :

$$A \times B = \{\{m, e\}, \{m, f\}, \{m, k\}, \{p, e\}, \{p, f\}, \{p, k\}\}. \otimes$$

Пример 1.1.5. Изобразить на координатной плоскости произведение $A \times B$ множеств $A = \{1, 2, 3, 4\}$, $B = \{x \in \mathbb{R}^1 : 2 \leq y \leq 4\}$.

Решение. Множество A конечно, а множество B – бесконечно, поэтому произведение множеств состоит из бесконечного множества упорядоченных пар, первым компонентом которых являются числа 1, 2, 3 или 4, а вторым – любое действительное число из замкнутого промежутка $[2, 4]$. Множество пар координатной плоскости изобразится



в виде четырёх отрезков, параллельных оси ординат (рисунок 2). $\otimes$

Пример 1.1.6. Доказать транзитивность отношения равенства для произвольных множеств.

Решение. Пусть X , Y и Z – произвольные множества. Покажем, что из $X = Y$ и $Y = Z \Rightarrow X = Z$.

Пусть $x \in X$. Тогда, так как $X = Y$, имеем $x \in Y$. Но так как $Y = Z$, получаем $x \in Z$.

Обратно, из $x \in Z$ следует, что $x \in Y$. По закону тождества получаем $X = Z$. $\otimes$

Пример 1.1.7. Доказать, что для произвольных множеств A , B и C справедливо равенство: $A \setminus (B \cap C) = (A \setminus B) \cup (A \setminus C)$.

Решение. Покажем, что

$$A \setminus (B \cap C) \subset (A \setminus B) \cup (A \setminus C).$$

Пусть $x \in A \setminus (B \cap C)$. Откуда следует, что $x \in A$ и $x \notin B \cap C$. То есть, $x \in A$ и $x \notin B$, или $x \in A$ и $x \notin C$. Поэтому

$$x \in A \setminus B, \text{ или } x \in A \setminus C,$$

то есть

$$x \in (A \setminus B) \cup (A \setminus C).$$

Следовательно, в соответствие с определением части множества включение

$$A \setminus (B \cap C) \subset (A \setminus B) \cup (A \setminus C)$$

доказано.

Включение $(A \setminus B) \cup (A \setminus C) \subset A \setminus (B \cap C)$ доказывается аналогично.

Из доказанных включений с учётом закона тождества получаем требуемое равенство $A \setminus (B \cap C) = (A \setminus B) \cup (A \setminus C)$. $\otimes$

Пример 1.1.8. Проверить непосредственно, что для множеств

$$X = \{3, 5, 7\}, Y = \{7, 9\}, Z = \{0, 1\}$$

выполняется следующее равенство: $(X \cup Y) \times Z = (X \times Z) \cup (Y \times Z)$.

Решение. Для левой части равенства непосредственно получаем $X \cup Y = \{3, 5, 7, 9\}$ и далее имеем:

$$\begin{aligned} (X \cup Y) \times Z &= \{3, 5, 7, 9\} \times \{0, 1\} = \\ &= \{\{3, 0\}, \{5, 0\}, \{7, 0\}, \{9, 0\}, \{3, 1\}, \{5, 1\}, \{7, 1\}, \{9, 1\}\}. \end{aligned}$$

Для правой части получаем аналогично:

$$\begin{aligned} (X \times Z) \cup (Y \times Z) &= \{\{3, 5, 7\} \times \{0, 1\}\} \cup \{\{7, 9\} \times \{0, 1\}\} = \\ &= \{\{3, 0\}, \{5, 0\}, \{7, 0\}, \{3, 1\}, \{5, 1\}, \{7, 1\}\} \cup \{\{7, 0\}, \{7, 1\}, \{9, 0\}, \{9, 1\}\} = \\ &= \{\{3, 0\}, \{5, 0\}, \{3, 1\}, \{5, 1\}, \{7, 0\}, \{7, 1\}, \{9, 0\}, \{9, 1\}\}. \end{aligned}$$

Сравнивая полученные равенства, видим, что оба множества состоят из одних и тех же элементов, то есть, равны друг другу. $\otimes$

Пример 1.1.9. Выяснить, является ли на подмножестве

$$R^+ = \{x \in R^1 : x > 0\}$$

множества действительных чисел R^1 алгебраической операция $x * y = x^2$ и указать, обладает ли эта операция свойствами коммутативности и ассоциативности.

Решение. Пусть x, y, z – любые элементы из R^+ . Тогда, очевидно, $(\forall x \in R^+) x^2 \in R^+$, то есть операция $(*)$ является бинарной алгебраической операцией. Так как по определению операции имеем

$$(\forall x \neq y) x * y = x^2 \neq y^2 = y * x,$$

то операция $(*)$ не является коммутативной. Далее, так как

$$(\forall x \neq y \neq z \in R^+) x * (y * z) = x^2 \neq (x * y) * z = (x * y)^2 = x^4,$$

то операция $(*)$ не является ассоциативной. $\otimes$

Пример 1.1.10. Ассоциативна ли на множестве действительных чисел R^1 операция $x * y = \sin x \cdot \sin y$.

Решение. Для определённой операции имеем:

$$(\forall x, y, z \in R) (x * y) * z = \sin(\sin x \cdot \sin y) \cdot \sin z,$$

$$x * (y * z) = \sin x \cdot \sin(\sin y \cdot \sin z).$$

Очевидно, что $(x * y) * z = x * (y * z)$ выполняется не для всех x, y, z , следовательно, операция $(*)$ свойством ассоциативности не обладает. $\otimes$

Пример 1.1.11. На множестве $M = \{2, 4, 6, 8\}$ задано отношение «меньше». Изобразить это отношение: 1) выписав все упорядоченные пары; 2) построив граф отношения.

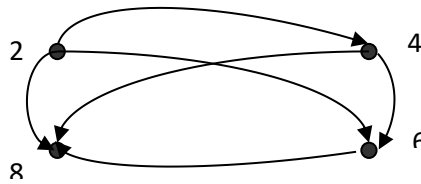


Рис. 1.8.3.

Решение. Отношение имеет вид:

$$2 < 4, 2 < 6, 2 < 8, 4 < 6, 4 < 8, 6 < 8.$$

Запишем отношение в виде подмножества $\mathfrak{R} \subset M \times M$ произведения множества M на себя, то есть в виде множества упорядоченных пар:

$$\{2, 4\}, \{2, 6\}, \{2, 8\}, \{4, 6\}, \{4, 8\}, \{6, 8\}.$$

Граф отношения приведён на рисунке 3. $\otimes$

Пример 1.1.12. Пусть $M = \{f, p, q\}$ и задано подмножество $\mathfrak{R}$ множества $M \times M$

$$\{\{f, p\}, \{f, q\}, \{f, f\}, \{p, f\}, \{q, f\}, \{p, q\}, \{p, p\}, \{q, p\}, \{q, q\}\}.$$

Обладает ли определяемое этим подмножеством отношение свойствами рефлексивности, симметричности и транзитивности?

Решение. Очевидно, что для элементов множества $\mathfrak{R}$ истинны следующие высказывания:

$$1) \{f, f\}, \{p, p\}, \{q, q\} \in \mathfrak{R};$$

- 2) $\{f, p\} \wedge \{p, f\} \in \mathfrak{R}, \{f, q\} \wedge \{q, f\} \in \mathfrak{R},$
 $\{p, q\} \wedge \{q, p\} \in \mathfrak{R};$
- 3) $\{f, p\} \in \mathfrak{R} \wedge \{p, q\} \in \mathfrak{R} \Rightarrow \{f, q\} \in \mathfrak{R},$
 $\{f, q\} \in \mathfrak{R} \wedge \{q, p\} \in \mathfrak{R} \Rightarrow \{f, p\} \in \mathfrak{R},$
 $\{p, f\} \in \mathfrak{R} \wedge \{f, q\} \in \mathfrak{R} \Rightarrow \{p, q\} \in \mathfrak{R}.$

Поэтому отношение $\mathfrak{R}$ на множестве M , заданное множеством упорядоченных пар элементов M , рефлексивно, симметрично и транзитивно. $\otimes$

Пример 1.1.13. Показать, что отношение включения $\subset$ является отношением порядка.

Решение. 1) Пусть X – произвольное множество. Так как всегда $X \subset X$, то отношение $\subset$ рефлексивно. 2) Пусть X, Y, Z – произвольные множества, для которых выполняются включения $X \subset Y$ и $Y \subset Z$. Если $x \in X$, то в силу $X \subset Y$ имеем $x \in Y$, а так как $Y \subset Z$, то и $x \in Z$. Поэтому $(X \subset Y \wedge Y \subset Z) \Rightarrow X \subset Z$, то есть отношение $\subset$ транзитивно. 3) Так как по закону тождества имеем

$$(X \subset Y \wedge Y \subset X) \Leftrightarrow X = Y,$$

то отношение $\subset$ антисимметрично.

Отношение $\subset$ рефлексивно, транзитивно и антисимметрично и, следовательно, является отношением порядка. $\otimes$

Пример 1.1.14. Пусть функция $f : M_1 \rightarrow M_2$, где $M_1 \subset R^1$ и $M_2 \subset R^1$, задана формулой $y = \pm\sqrt{1-x^2}$. Требуется: найти множество определения M_1 и множество значений M_2 этой функции; выяснить, является ли данная функция отображением или преобразованием; выяснить, является ли f инъективной, сюръективной или биективной.

Решение. Множеством определения функции f является множество $M_1 = \{x \in R^1 : -1 \leq x \leq 1\}$, а множеством значений – множество $M_2 = M_1$, следовательно f осуществляет отображение M_1 на M_1 , то есть является преобразованием. Так как $(\exists x \in M_1) : f(x) = f(-x)$, то преобразование f не является инъективным, но очевидно, что f – сюръективно. Следовательно, отображение f не является биективным. $\otimes$

Пример 1.1.15. Доказать, что множество натуральных чисел N с операцией $(*) : x * y = \min\{x, y\}$ является полугруппой.

Решение. Исходя из определения полугруппы, нужно проверить, что операция $(*)$ является алгебраической и ассоциативной. Так как

$$(\forall x, y \in N) x * y = \min\{x, y\} \in N,$$

то операция $(*)$ является алгебраической. Проверим её на ассоциативность, имеем:

$$(\forall x, y, z \in N) (x * y) * z = \min\{\min\{x, y\}, z\} = \min\{x, \min\{y, z\}\}.$$

Операция $(*)$ ассоциативна. Поэтому $(N, *)$ – полугруппа. $\otimes$

Пример 1.1.16. Доказать, что множество положительных действительных чисел $R^+ = \{x \in R^1 : x > 0\}$, в котором операции «сложения» и «умножения на число» введены по правилам

$$(\forall x, y \in R^+ \wedge \forall \alpha \in R) x + y \stackrel{def}{=} x \cdot y \wedge \alpha \cdot x \stackrel{def}{=} x^\alpha,$$

является векторным пространством.

Решение. Согласно определению векторного пространства, в множестве R^+ должны выполняться две группы аксиом.

Аксиомы сложения:

$$1) (\forall x, y \in A) x + y = y + x \text{ (коммутативность);}$$

$$2) (\forall x, y, z \in M) x * (y * z) = (x * y) * z. \text{ (ассоциативность);}$$

$$3) (\exists 0 \in A): (\forall x \in A) x + 0 = x \text{ (существование нулевого элемента);}$$

$$4) (\forall x \in A) (\exists (-x) \in A): x + (-x) = 0 \text{ (существование противоположного элемента).}$$

Аксиомы умножения на число:

$$5) (\forall x \in A \wedge \forall \alpha, \beta \in R) (\alpha + \beta) \cdot x = \alpha \cdot x + \beta \cdot x;$$

$$6) (\forall x, y \in A \wedge \forall \alpha \in R) \alpha \cdot (x + y) = \alpha \cdot x + \alpha \cdot y;$$

$$7) (\forall x \in A) 1 \cdot x = x;$$

$$8) (\forall x \in A \wedge \forall \alpha, \beta \in R) (\alpha \cdot \beta) \cdot x = \alpha \cdot (\beta \cdot x).$$

Во множестве R^+ операция «сложения» является бинарной алгебраической операцией, а операция «умножения на число» является внешней бинарной операцией, так как

$$(\forall x, y \in R^+ \wedge \forall \alpha \in R^1) x \cdot y \in R^+ \wedge x^\alpha \in R^+.$$

Проверим выполнение аксиом.

1) Коммутативность операции «сложения» выполняется, так как

$$(\forall x, y \in R^+) x \cdot y = y \cdot x.$$

2) Ассоциативность операции «сложения» выполняется, так как

$$(\forall x, y, z \in R^+) (x \cdot y) \cdot z = x \cdot (y \cdot z).$$

3) В качестве нулевого элемента выбираем единицу, так как

$$(\forall x \in R^+) 1 \cdot x = x \cdot 1 = x.$$

4) Противоположный элемент

$$-x = \frac{1}{x},$$

так как $(\forall x \in R^+) x \cdot \frac{1}{x} = 1.$

5) Так как $x^{\alpha+\beta} = x^\alpha \cdot x^\beta$, то

$$(\alpha + \beta) \cdot x = \alpha \cdot x + \beta \cdot x.$$

6) Так как $(x \cdot y)^\alpha = x^\alpha \cdot y^\alpha$, то

$$\alpha \cdot (x + y) = \alpha \cdot x + \alpha \cdot y.$$

7) Так как $X^1 = X$, то

$$1 \cdot x = x.$$

8) Так как $X^{\alpha \cdot \beta} = (X^\beta)^\alpha$, то

$$(\alpha \cdot \beta) \cdot x = \alpha \cdot (\beta \cdot x).$$

Все аксиомы векторного пространства выполняются, следовательно, множество R^+ с введёнными операциями является векторным пространством над полем действительных чисел R^1 .

⊗

Практическое занятие 2. Числовые поля. Комплексные числа

Предварительные сведения

Комплексными числами называются упорядоченные пары действительных чисел вида (a, b) , для которых операции сложения и умножения вводятся посредством определения результата их выполнения в соответствии со следующими аксиомами.

1. Два комплексных числа (a, b) и (c, d) считаются **равными** в том и только в том случае, если $a = c$ и $b = d$, что при помощи логической символики записывается так:

$$(a, b) = (c, d) \Leftrightarrow a = c \wedge b = d. \quad (3.1)$$

2. **Сумма** двух комплексных чисел (a, b) и (c, d) является комплексным числом, которое находится по правилу:

$$(a, b) + (c, d) \stackrel{def}{=} (a + c, b + d). \quad (3.2)$$

3. **Произведение** двух комплексных чисел (a, b) и (c, d) является комплексным числом, которое находится по правилу:

$$(a, b)(c, d) \stackrel{def}{=} (ac - bd, ad + bc). \quad (3.3)$$

4. Комплексное число $(a, 0)$ отождествляется с действительным (вещественным) числом a : $(a, 0) \equiv a$. В частности, $(0, 0) \equiv 0$.

Числа вида $(0, b)$ называются **мнимыми числами**. Число $i \stackrel{\text{def}}{=} (0, 1)$ называется мнимой единицей, причём $i^2 = (-1, 0) \equiv -1$.

Нетрудно показать, что множество всех комплексных чисел является полем.

Алгебраическая форма комплексного числа

$$z = a + bi \equiv a + ib.$$

Тригонометрическая форма комплексного числа

$$z = r(\cos \varphi + i \sin \varphi),$$

где $r = \sqrt{a^2 + b^2}$ – **модуль** комплексного числа, $\varphi = \operatorname{arctg} \frac{b}{a}$ – **аргумент** комплексного числа.

Операции над комплексными числами производятся путём обычного раскрытия скобок с учётом того, что $i^2 = (-1, 0) = -1$.

В тригонометрической форме операции над комплексными числами выполняются по следующим правилам.

$$z_1 z_2 = r_1 r_2 (\cos(\varphi_1 + \varphi_2) + i \sin(\varphi_1 + \varphi_2)),$$

$$\frac{z_1}{z_2} = \frac{r_1}{r_2} (\cos(\varphi_1 - \varphi_2) + i \sin(\varphi_1 - \varphi_2)),$$

$$z^n = r^n (\cos n\varphi + i \sin n\varphi).$$

Корни n -й степени из комплексного числа α существуют и все они даются формулой

$$\beta_k = r^{\frac{1}{n}} \left(\cos \frac{\varphi + 2k\pi}{n} + i \sin \frac{\varphi + 2k\pi}{n} \right)$$

при любом целом числе k .

Примеры с решением

Пример 1.2.1. Построить точку, изображающую комплексное число

$$z = -3 - 4i.$$

Решение. В данной задаче $z = a + bi = -3 - 4i$. Так как на комплексной плоскости $a = x$ и $b = y$, то точка, изображающая на комплексной плоскости число z , имеет координаты $x = -3$ и $y = -4$. $\otimes$

Пример 1.2.2. Найти модуль и аргумент комплексного числа $z = -4 - 4\sqrt{3}i$.

Решение. Модуль числа $|z| = \sqrt{(-4)^2 + (-4\sqrt{3})^2} = 8$. Точка z лежит в третьей четверти, поэтому $\arg z = \arctg \sqrt{3} = -\frac{2\pi}{3}$. $\otimes$

Пример 1.2.3. Выполнить указанные действия:

$$\frac{(3-4i)(2-i)}{2+i} - \frac{(3+4i)(2+i)}{2-i}.$$

Решение. Выполняем действия, раскрывая скобки и учитывая свойство мнимой единицы $i^2 = -1$. $\otimes$

Пример 1.2.4. Изобразить на комплексной плоскости множество точек, для которых выполнено условие: $-2 < \operatorname{Im} z \leq 3$.

Решение. Так как на комплексной плоскости $\operatorname{Im} z = y$, то искомое множество точек является полосой, заключённой между прямыми линиями с уравнениями $y = -2$ и $y = 3$, причём точки первой прямой этому множеству не принадлежат, а точки второй прямой принадлежат. $\otimes$

Пример 1.2.5. Изобразить на комплексной плоскости множество точек, для которых выполнено условие: $|z-1| < 3$.

Решение. Положим $z = x + iy$. Тогда имеем $z-1 = (x-1) + iy$, откуда получаем

$$|z-1| = \sqrt{(x-1)^2 + y^2} < 3,$$

или

$$(x-1)^2 + y^2 < 9.$$

Искомое множество точек комплексной плоскости является внутренностью круга радиуса 3 с центром в точке $(1; 0)$. $\otimes$

Пример 1.2.6. Изобразить на комплексной плоскости множество точек, для которых выполнено условие: $\log_3 |z - 3i| < 1$.

Решение. Положим $z = x + iy$. Тогда для числа $z - 3i$ имеем

$$z - 3i = x + i(y - 3),$$

откуда получаем

$$|z - 3i| = \sqrt{x^2 + (y - 3)^2}.$$

Решая неравенство

$$\log_3 \sqrt{x^2 + (y - 3)^2} < 1,$$

получаем $x^2 + (y - 3)^2 < 9$. Искомое множество точек является внутренностью круга радиуса 3 с центром в точке с координатами $(0; 3)$. $\otimes$

Пример 1.2.7. Представить комплексное число

$$z = -\cos \vartheta + i \sin \vartheta$$

в тригонометрической форме.

Решение. Стандартная запись комплексного числа в тригонометрической форме имеет вид $z = r(\cos \varphi + i \sin \varphi)$. По формулам приведения имеем $-\cos \vartheta = \cos(\pi - \vartheta)$. Поэтому, полагая $r = 1$ и $\varphi = \pi - \vartheta$, получаем стандартную запись комплексного числа в тригонометрической форме

$$z = \cos(\pi - \vartheta) + i \sin(\pi - \vartheta). \otimes$$

Пример 1.2.8. Представить комплексное число $z = 4 - 4\sqrt{3} \cdot i$ в тригонометрической форме.

Решение. 1) Находим модуль: $|z| = \sqrt{4^2 + (-4\sqrt{3})^2} = 8$.

2) Находим аргумент. Так как $\cos \varphi = \frac{4}{8} = \frac{1}{2}$, $\sin \varphi = \frac{-4\sqrt{3}}{8} = -\frac{\sqrt{3}}{2}$, то $\varphi = -\frac{\pi}{3}$. Сле-

довательно, $z = 8 \left[\cos\left(-\frac{\pi}{3}\right) + i \sin\left(-\frac{\pi}{3}\right) \right]$. $\otimes$

Пример 1.2.9. Выполнить умножение комплексных чисел:

$$8 \left(\cos \frac{\pi}{3} + i \sin \frac{\pi}{3} \right) \cdot \frac{1}{16} \left(\cos \frac{\pi}{6} + i \sin \frac{\pi}{6} \right).$$

Решение. Используя формулу умножения, получаем:

$$8 \cdot \frac{1}{16} \left(\cos \left(\frac{\pi}{3} + \frac{\pi}{6} \right) + i \sin \left(\frac{\pi}{3} + \frac{\pi}{6} \right) \right) = \frac{1}{2} \left(\cos \frac{\pi}{2} + i \sin \frac{\pi}{2} \right) = \frac{1}{2} i. \otimes$$

Пример 1.2.10. Выполнить деление комплексных чисел:

$$2 \left(\cos \frac{2\pi}{3} + i \sin \frac{2\pi}{3} \right) : 4 \left(\cos \frac{\pi}{2} + i \sin \frac{\pi}{2} \right).$$

Решение. Используем формулу деления комплексных чисел, получаем:

$$\frac{2}{4} \left(\cos \left(\frac{2\pi}{3} - \frac{\pi}{2} \right) + i \sin \left(\frac{2\pi}{3} - \frac{\pi}{2} \right) \right) = \frac{1}{2} \left(\cos \frac{\pi}{6} + i \sin \frac{\pi}{6} \right) = \frac{\sqrt{3}}{4} + \frac{1}{4} i. \otimes$$

Пример 1.2.11. Возвести комплексное $2 \left(\cos \left(-\frac{3\pi}{4} \right) + i \sin \left(-\frac{3\pi}{4} \right) \right)$ число в седь-

мую степень.

Решение. По формуле возведения комплексного числа в степень имеем:

$$\left[2 \left(\cos \left(-\frac{3\pi}{4} \right) + i \sin \left(-\frac{3\pi}{4} \right) \right) \right]^7 = 2^7 \left(\cos \left(-\frac{21\pi}{4} \right) + i \sin \left(-\frac{21\pi}{4} \right) \right) =$$

$$= -64\sqrt{2} + 64\sqrt{2}i. \otimes$$

Задания для самостоятельной работы

1. Пусть $M = \{4, 8, 11, 22\}$. Образовать всевозможные подмножества этого множества и указать их число.

2. Пусть

$$X = \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}, Y = \{2, 4, 6, 8, 10\}.$$

Найти $X \cap Y$, $X \cup Y$, $X - Y$, $Y - X$.

3. Пусть $X = [1, 3) \cup (5, 7]$ и $Y = [2, 6]$. Найти $X \cap Y$, $X \cup Y$, $X - Y$, $Y - X$.

4. Найти пересечение и объединение множеств решений неравенств:

$$3x + 4 \geq 7x - 16, |x - 3| < 1.$$

5. Изобразить на декартовой плоскости произведение множеств:

а) $X = \{x : 2 \leq x \leq 6\}, Y = \{y : 3 < y \leq 5\};$

б) $X = R, Y = \{y : -2 < y \leq 3\};$

в) $[0, 1] \times [0, 1];$

$$\text{г)} [1, 2] \times (-\infty, +\infty);$$

$$\text{д)} (0, +\infty) \times [-2, -3].$$

6. Доказать, что для произвольных множеств X, Y, Z справедливы равенства:

$$\text{а)} X \cup (X \cap Y) = X;$$

$$\text{б)} X \cap (X \cup Y) = X$$

$$\text{в)} (X \cup Y) \setminus (X \cap Y) = (X \setminus Y) \cup (Y \setminus X);$$

$$\text{г)} (X \setminus Y) \setminus Z = (X \setminus Z) \setminus Y;$$

$$\text{д)} Y \cup (X \setminus Y) = X \cup Y;$$

$$\text{е)} (X \cup Y) \times Z = (X \times Z) \cup (Y \times Z);$$

$$\text{ж)} (X \cap Y) \times Z = (X \times Z) \cap (Y \times Z);$$

$$\text{з)} (X - Y) \times Z = (X \times Z) - (Y \times Z);$$

$$\text{и)} X \cup Y \subset Z \Rightarrow X \times Y = (X \times Z) \cap (Z \times Y).$$

7. Слушатели потока в 100 человек изучают английский, немецкий и французский языки. Причём, 28 слушателей изучают английский язык, 30 - немецкий, 42 - французский, 8 - английский и немецкий, 10 - английский и французский, 5 - немецкий и французский. Сколько слушателей изучают только один язык? (проиллюстрировать решение задачи геометрически, используя диаграммы Эйлера).

8. Истинны или ложны для любых X, Y, Z следующие высказывания:

$$\text{а)} (X \subset Y \wedge Y \subset Z) \Rightarrow X \subset Z;$$

$$\text{б)} (X \neq Y \wedge Y \neq Z) \Rightarrow X \neq Z.$$

9. Найти множество истинности предиката: $\left\langle \frac{x^2 - 5x + 6}{x^3 - 1} < 0 \right\rangle.$

10. Найти множество истинности предиката:

$$\left\langle \begin{array}{l} \text{Корни системы} \\ \text{уравнений} \end{array} \left\{ \begin{array}{l} x - y = t - 1 \\ 2x - y = 3 - t \end{array} \right. \begin{array}{l} \text{одновременно} \\ \text{положительны.} \end{array} \right\rangle$$

11. Найти множество истинности предиката: $\langle x \cdot (x - 2) \cdot (x + 3) > 0 \rangle.$

12. Записать высказывания, используя логические символы:

1) «существует такое число X , что для любого числа y справедливо равенство $X + y = 0$ »;

2) «если число больше 6, то его квадрат больше 36».

13. Выяснить, являются ли алгебраическими операции сложения, вычитания, умножения и деления на указанных подмножествах множества R действительных чисел и указать, какие из алгебраических операций обладают свойствами коммутативности и ассоциативности:

а) N ; б) $N_{2k} = \{2k : k \in N\}$; в) $N_{2k-1} = \{2k-1 : k \in N\}$;

г) Z ; д) $Z_{2k} = \{2k : k \in Z\}$; е) R ; ж) $R - \{0\}$;

з) $R^+ = \{x \in R : x > 0\}$; и) $R - Q$; к) $\{0, 1\}$.

14. Выяснить, являются ли алгебраическими указанные операции на подмножестве $R^+ = \{x \in R : x > 0\}$ множества действительных чисел R , и указать, какие из алгебраических операций обладают свойствами коммутативности и ассоциативности:

1) $x * y = \frac{x+y}{2}$; 2) $x * y = x + y - 1$; 3) $x * y = x^2 y$;

4) $x * y = \sqrt{xy}$; 5) $x * y = |x - y|$; 6) $x * y = x^y$;

7) $x * y = x^2 + y^2$; 8) $x * y = x \cdot y^{\frac{x}{|x|}}$.

15. На множестве $X = \{2, 4, 6, 8\}$ рассматриваются отношения « X равно y », « X кратно y » и « X больше y на 2». Какое из приведённых ниже подмножеств множества $X \times X$ задаёт соответствующее отношение?

а) $\{\{4, 2\}, \{6, 2\}, \{8, 2\}, \{6, 4\}, \{8, 4\}, \{8, 6\}, \{2, 2\}, \{4, 4\}, \{6, 6\}, \{8, 8\}\}$;

б) $\{\{4, 2\}, \{6, 4\}, \{8, 6\}\}$;

в) $\{\{2, 2\}, \{4, 4\}, \{6, 6\}, \{8, 8\}\}$.

16. Доказать, что:

а) множество натуральных чисел N с операциями $(*) : x * y = x$ и $(\circ) : x \circ y = 1$ является полугруппой;

б) множества всех целых чисел Z , всех рациональных чисел Q и всех действительных чисел R являются аддитивными группами, если в качестве групповой операции выбрано сложение чисел.

17. Найти действительные числа X и Y , если:

$$\text{а) } \frac{5x + 2xi - 3y - 3yi}{3 + 4i} = 2; \text{ б) } \frac{2u + 4i}{2x + y} - \frac{y}{x - i} = 0.$$

18. Найти $\operatorname{Re} z$ и $\operatorname{Im} z$, если:

$$\begin{aligned} \text{а) } z &= \frac{(1 - 2i)^3}{i} + 4i^{16}; \text{ б) } z = \frac{3 - 2i}{1 - 4i} + i^9; \\ \text{в) } z &= \frac{5i - 2}{3i + 1} + i + \frac{8i - 3}{2 - i}; \text{ г) } z = \frac{1}{4} \left(\frac{17 + 31i}{7 + i} + \frac{12}{(1 + i)^4} \right) + i. \end{aligned}$$

19. Выполнить указанные действия:

- 1) $(1 + 2i)^6$;
- 2) $(2 + 3i) \cdot (4 - 5i) + (2 - 3i) \cdot (4 + 5i)$;
- 3) $(x - 1 - i) \cdot (x - 1 + i) \cdot (x + 1 + i) \cdot (x + 1 - i)$;
- 4) $(1 + 2i)^5 - (1 - 2i)^5$;
- 5) $\left(-\frac{1}{2} + \frac{i \cdot \sqrt{3}}{2} \right)^2$;
- 6) $\frac{(1 - i)^5 - 1}{(1 + i)^5 + 1}$;
- 7) $\frac{(1 + 2i)^2 - (2 - i)^3}{(1 - i)^3 + (2 + i)^2}$;
- 8) $\frac{(1 + 2i)^3 + (1 - 2i)^3}{(2 - i)^2 - (2 + i)^2}$;
- 9) $\frac{(3 - 4i)(2 - i)}{2 + i} - \frac{(3 + 4i)(2 + i)}{2 - i}$;

$$10) \frac{5+12i}{8-6i} + \frac{(1+2i)^2}{2+i};$$

$$11) \left[\frac{1}{3} \left((1-i)^4 + \frac{7-24i}{4-3i} \right) + i \right] \frac{8}{(1+i)^2}.$$

20. Найти такие вещественные числа X и Y , что следующие пары комплексных чисел будут комплексно-сопряжёнными:

$$а) z_1 = y^2 - 2y + xy - x + y + (x+y)i, z_2 = -y^2 + 2y + 11 - 4i;$$

$$б) z_1 = x + y^2 + 1 + 4i, z_2 = ixy^2 + iy^2 - 3.$$

21. Решить уравнения:

$$1) |z| + z = 1 + 2i;$$

$$2) 2|z| - 4az + 1 + ai = 0 \quad (a \in R);$$

$$3) |z| + z = 2 - i;$$

$$4) 3z^2 - (14 - 8i)z + 8(4 - 3i) = 0;$$

$$5) 2(2 - i)z^2 + (7 - i)z + 5(1 + i) = 0;$$

$$6) (2 + 4i)z^2 + 2z + 6 - 6i = 0;$$

$$7) z^4 - 12z^2 + 64 = 0.$$

22. Решить систему уравнений:

$$1) \begin{cases} (1-i)x - (3+i)y = 4, \\ 5x - (4+2i)y = 4i; \end{cases} \quad 2) \begin{cases} (1-i)x + 3iy = 5, \\ 2x - (3-3i)y = 6. \end{cases}$$

23. Построить точки, изображающие комплексные числа:

$$1) z_1 = -3 + 3i; 2) z_2 = 5 - i; 3) z_3 = 2i; 4) z_4 = -\sqrt{2}i.$$

24. Найти модуль и аргумент комплексных чисел:

$$1) z_1 = -3 + 3i; 2) z_2 = -2i; 3) z_3 = 5 - \sqrt{2}.$$

25. Найти множество точек комплексной плоскости, для которых:

$$1) -\frac{\pi}{6} < \arg z < \frac{\pi}{4}; 2) 1 \leq |z+1| < 3; 3) |z+i| = 1;$$

$$4) \frac{\pi}{4} \leq \arg(z - 2 + i) \leq \pi; 5) \begin{cases} \frac{\pi}{4} < \arg z < \pi, \\ |1 - 2i - z| = 2; \end{cases}$$

$$6) |z - 1 - i| \geq |z - 2 + i|; 7) |z - 1 + 2i| \geq 3; 8) |z - 2i| + |z - i| = 1.$$

26. Представить комплексные числа в тригонометрической форме:

$$1) z = 16 - 16\sqrt{3}i; 2) z = -6\sqrt{3} - 6i; 3) z = (\sqrt{5} - 2)i.$$

27. Представить комплексные числа в алгебраической форме:

$$1) z = 5\sqrt{2} \left(\cos\left(-\frac{\pi}{4}\right) + i \sin\left(-\frac{\pi}{4}\right) \right);$$

$$2) z = 4 \left(\cos\left(-\frac{5\pi}{6}\right) + i \sin\left(-\frac{5\pi}{6}\right) \right).$$

28. Представив комплексные числа в тригонометрической форме, выполнить указанные действия:

$$\left(\cos\left(-\frac{\pi}{12}\right) + i \sin\left(-\frac{\pi}{12}\right) \right) (-3 + \sqrt{3}i);$$

$$4\sqrt{3} \left(\cos\frac{\pi}{3} + i \sin\frac{\pi}{3} \right) : (\sqrt{3} - i);$$

$$\left(-\frac{\sqrt{3}}{3} - \frac{\sqrt{3}}{3}i \right) (1 + i); (-\sqrt{5} + \sqrt{5}i)^3 (1 + i)^2; \frac{2\sqrt{3} - 2i}{(-1 + i)(\sqrt{2} + \sqrt{6}i)}.$$

29. Извлечь корни из комплексных чисел, предварительно представив их в тригонометрической форме:

$$1) \sqrt{-6 + 6\sqrt{3}i};$$

$$2) \sqrt[3]{-13,5\sqrt{2} - 13,5\sqrt{2}i};$$

$$3) \sqrt[4]{-8 - 8\sqrt{3}i}.$$

30. Представив комплексные числа

$$z_1 = -1 - i, z_2 = \sqrt{2} - \sqrt{2}i, z_3 = 1 + \sqrt{3}i$$

в тригонометрической форме, вычислить выражение $\frac{Z_1 Z_3}{Z_2}$.

2. ВЕКТОРНЫЕ ПРОСТРАНСТВА И ЛИНЕЙНЫЕ ОПЕРАТОРЫ

Практическое занятие 1. Векторная алгебра

Предварительные сведения

Множество X абстрактных элементов (**векторов**) $\vec{x}, \vec{y}, \vec{z}, \dots$ называется **векторным пространством** над полем P , если для его элементов выполнены перечисленные ниже аксиомы.

1⁰. Для любых векторов $\vec{x}, \vec{y} \in X$ однозначно определена **операция сложения**, результатом которой является вектор, обозначаемый $\vec{x} + \vec{y} \in X$ и называемый **суммой** векторов $\vec{x}$ и $\vec{y}$, причём операция сложения обладает следующими свойствами:

$$1) \left(\forall \vec{x}, \vec{y}, \vec{z} \in X \right) \left((\vec{x} + \vec{y}) + \vec{z} = \vec{x} + (\vec{y} + \vec{z}) \right) - \text{ассоциативность};$$

$$2) \left(\forall \vec{x}, \vec{y} \in X \right) \vec{x} + \vec{y} = \vec{y} + \vec{x} - \text{коммутативность}.$$

2⁰. Существует однозначно определённый элемент $\vec{0} \in X$, такой, что $\left(\forall \vec{x} \in X \right)$

$$\vec{x} + \vec{0} = \vec{0} + \vec{x} = \vec{x},$$

который называется **нуль-вектор**.

3⁰. Существует однозначно определённый вектор $-\vec{x} \in X$, такой, что $\left(\forall \vec{x} \in X \right)$

$$\vec{x} + (-\vec{x}) = (-\vec{x}) + \vec{x} = \vec{0},$$

который называется **обратным к вектору** $\vec{x} \in X$.

4⁰. Для любого числа $\alpha \in P$ и для любого вектора $\vec{x} \in X$ определена операция **умножения вектора на число**, результатом которой является вектор $\vec{\alpha \cdot x} \in X$, называемый **произведением вектора $\vec{x}$ на число α** , причём операция умножения векторов на числа обладает следующими свойствами: $(\forall \alpha, \beta \in P)$ и $(\forall \vec{x}, \vec{y} \in X)$

$$1) 1 \cdot \vec{x} = \vec{x};$$

$$2) \alpha \cdot (\vec{x} + \vec{y}) = \alpha \cdot \vec{x} + \alpha \cdot \vec{y};$$

$$3) (\alpha + \beta) \cdot \vec{x} = \alpha \cdot \vec{x} + \beta \cdot \vec{x};$$

$$4) (\alpha \cdot \beta) \cdot \vec{x} = \alpha \cdot (\beta \cdot \vec{x}).$$

Система векторов $\{\vec{e}_1, \vec{e}_2, \dots, \vec{e}_n\} \subset X$ называется **линейно независимой**, если

$$\left(\alpha_1 \vec{e}_1 + \alpha_2 \vec{e}_2 + \dots + \alpha_n \vec{e}_n = \vec{0} \right) \Leftrightarrow (\alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_n = 0),$$

и **линейно зависимой** в противном случае.

Максимальная по числу векторов линейно независимая система векторов

$$\{\vec{e}_1, \vec{e}_2, \dots, \vec{e}_n\} \subset X^n,$$

(содержащая n векторов), называется **базисом векторного пространства**, само векторное про-

странство в этом случае называется **n-мерным векторным пространством** и обозначается X^n .

Таким образом, в n-мерном векторном пространстве существует линейно независимая система,

содержащая только n векторов, а любая система, содержащая $n+1$ вектор будет уже линейно зависимой.

В реальном трёхмерном пространстве (в его математической модели) векторы – это направленные отрезки. Базис трёхмерного пространства R^3 состоит из трёх взаимно перпендикулярных векторов единичной длины:

$$\left\{ \vec{e}_1, \vec{e}_2, \vec{e}_3 \right\} \subset R^3,$$

которые образуют базис декартовой системы координат.

Любой вектор $\vec{X} \in X^n$ можно представить в виде разложения

$$\vec{X} = \sum_{i=1}^n x^i \vec{e}_i = x^1 \vec{e}_1 + x^2 \vec{e}_2 + \dots + x^n \vec{e}_n$$

по векторам как-либо выбранной линейно независимой системе n векторов

$$\left\{ \vec{e}_1, \vec{e}_2, \dots, \vec{e}_n \right\} \subset X^n,$$

образующей базис пространства.

Алгебраическая операция сложения векторов и внешняя операция умножения вектора на число определяются так:

$$\vec{X} + \vec{Y} = \sum_{i=1}^n (x^i + y^i) \vec{e}_i = (x^1 + y^1) \vec{e}_1 + (x^2 + y^2) \vec{e}_2 + \dots + (x^n + y^n) \vec{e}_n;$$

$$\alpha \vec{X} = \alpha \sum_{i=1}^n x^i \vec{e}_i = \alpha x^1 \vec{e}_1 + \alpha x^2 \vec{e}_2 + \dots + \alpha x^n \vec{e}_n.$$

Линейная комбинация векторов находится по формуле:

$$\alpha \vec{X} + \beta \vec{Y} = \sum_{i=1}^n (\alpha x^i + \beta y^i) \vec{e}_i.$$

В трёхмерном пространстве скалярное произведение векторов является функцией, значение которой находится по формуле

$$\left(\vec{X}, \vec{Y} \right) = x^1 y^1 + x^2 y^2 + x^3 y^3,$$

или по эквивалентной формуле

$$\left(\begin{array}{c} \vec{x}, \vec{y} \end{array} \right) = \|\vec{x}\| \cdot \|\vec{y}\| \cdot \cos \varphi,$$

где **норма вектора**

$$\|\vec{x}\| = \sqrt{(x^1)^2 + (x^2)^2 + (x^3)^2},$$

а φ – угол, образованный приведёнными к общему началу векторами $\vec{x}$ и $\vec{y}$.

Примеры с решением

Пример 2.1.1. В декартовой системе координат задана точка $A(1; 5; 3)$. Найти координаты точки B , расположенной симметрично точке $A(1; 5; 3)$ относительно координатной плоскости X^1OX^2 .

Решение. Координаты точки B по осям OX^1 и OX^2 такие же, как и у точки A , а координата по оси OX^3 имеет противоположный знак. Следовательно, $B(1; 5; -3)$. $\otimes$

Пример 2.1.2. В декартовой системе координат своими разложениями по каноническому базису заданы векторы

$$\vec{x} = \vec{e}_1 + 3\vec{e}_2 - 2\vec{e}_3, \quad \vec{y} = 2\vec{e}_2 + 5\vec{e}_3, \quad \vec{z} = 3\vec{e}_1 + 13\vec{e}_2 + 4\vec{e}_3.$$

Найти значение линейной комбинации

$$\vec{u} = 3\vec{x} + 2\vec{y} - \vec{z}$$

этих векторов и сделать вывод о линейной зависимости, или линейной независимости системы

$\left\{ \vec{x}, \vec{y}, \vec{z} \right\}$ и взаимном расположении векторов.

Решение. Находим линейную комбинацию:

$$\begin{aligned} 3\vec{x} + 2\vec{y} - \vec{z} &= \\ &= 3\left(\vec{e}_1 + 3\vec{e}_2 - 2\vec{e}_3\right) + 2\left(2\vec{e}_2 + 5\vec{e}_3\right) - \left(3\vec{e}_1 + 13\vec{e}_2 + 4\vec{e}_3\right) = \\ &= 0\vec{e}_1 + 0\vec{e}_2 + 0\vec{e}_3 = \vec{0}. \end{aligned}$$

Значением линейной комбинации трёх векторов с ненулевыми коэффициентами является нуль-вектор. Поэтому система векторов линейно зависима. Так как векторы заданы в пространстве R^3 , заключаем, что они компланарны, то есть лежат в одной плоскости. $\otimes$

Пример 2.1.3. В декартовой системе координат заданы векторы

$$\vec{x} = \vec{e}_1 + 2\vec{e}_2 + 3\vec{e}_3, \quad \vec{y} = 4\vec{e}_1 + 6\vec{e}_3.$$

Найти норму вектора $\vec{z} = 2\vec{x} - 5\vec{y}$.

Решение. Находим вектор

$$\begin{aligned} \vec{z} &= 2\vec{x} - 5\vec{y} = 2\left(\vec{e}_1 + 2\vec{e}_2 + 3\vec{e}_3\right) - 5\left(4\vec{e}_1 + 6\vec{e}_3\right) = \\ &= -18\vec{e}_1 + 4\vec{e}_2 - 24\vec{e}_3. \end{aligned}$$

Находим норму вектора $\vec{z}$: $\|\vec{z}\| = \sqrt{(-18)^2 + 4^2 + (-24)^2} = \sqrt{916}$. $\otimes$

Пример 2.1.4. На плоскости R^2 задан параллелограмм, три вершины которого имеют, соответственно, координаты $O(0; 0)$, $B(1; 2)$, $D(5; 0)$ (рисунок 1.1). Найти:

- 1) координаты вершины C ;
- 2) косинус угла между сторонами OB и OD ;
- 3) длины диагоналей и косинус угла между ними.

Решение. 1) По определению координаты вершины C равны координатам вектора $\vec{OC}$ (рисунок 1.1), который равен сумме векторов

$$\vec{OC} = \vec{OB} + \vec{OD}.$$

Так как $\vec{OB} = \vec{e}_1 + 2\vec{e}_2$, а $\vec{OD} = 5\vec{e}_1$, то $\vec{OC} = 6\vec{e}_1 + 2\vec{e}_2$.

- 2) Вычисляем скалярное произведение векторов $\vec{OB}$ и $\vec{OD}$:

$$\left(\vec{OB}, \vec{OD}\right) = 5.$$

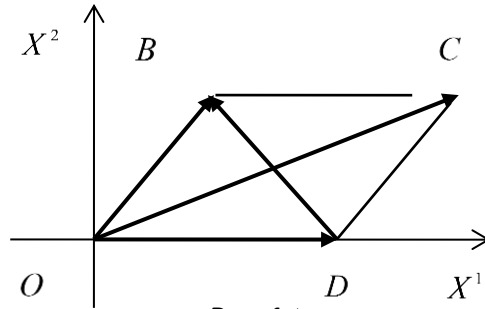


Рис. 1.:

3) Вычисляем длины векторов: $\vec{OB}$ и $\vec{OD}$:

$$\|\vec{OB}\| = \sqrt{1^2 + 2^2} = \sqrt{5} \approx 2,236;$$

$$\|\vec{OD}\| = \sqrt{5^2 + 0^2} = \sqrt{25} = 5.$$

4) Находим $\cos\{\vec{OB}, \vec{OD}\}$: $\cos\{\vec{OB}, \vec{OD}\} = \frac{5}{5 \cdot 2,236} \approx 0,447.$

5) Находим диагональ $\vec{DB}$:

$$\vec{DB} = \vec{OB} - \vec{OD} = \vec{e}_1 + 2\vec{e}_2 - 5\vec{e}_1 = -4\vec{e}_1 + 2\vec{e}_2.$$

6) Далее, $\|\vec{OC}\| = \sqrt{6^2 + 2^2} = 2\sqrt{10}$; $\|\vec{DB}\| = \sqrt{(-4)^2 + 2^2} = 2\sqrt{5}.$

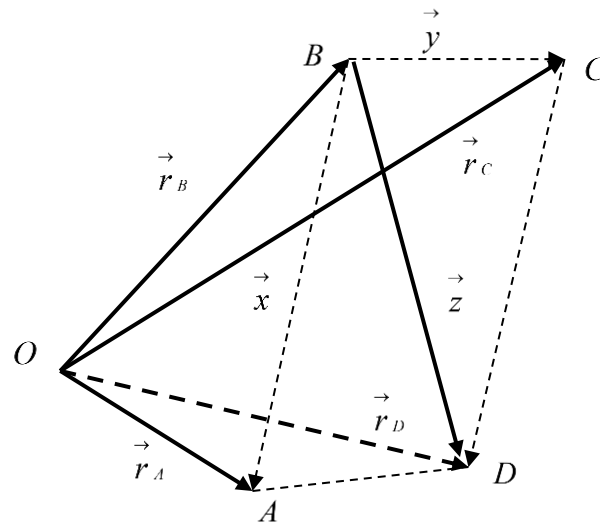
7) Находим косинус угла между диагоналями:

$$\cos\{\vec{OC}, \vec{DB}\} = \frac{(\vec{OC}, \vec{DB})}{\|\vec{OC}\| \cdot \|\vec{DB}\|} = \frac{(-4) \cdot 6 + 2 \cdot 2}{2\sqrt{10} \cdot 2\sqrt{5}} = -\frac{\sqrt{2}}{2}. \otimes$$

Пример 2.1.5. Даны радиус-векторы трёх последовательных вершин параллелограмма $ABCD$. Найти радиус-вектор четвёртой вершины и косинусы углов между диагоналями параллелограмма, если известно, что:

$$\vec{r}_A = \vec{e}_1 + \vec{e}_2 + \vec{e}_3, \vec{r}_B = \vec{e}_1 + 3\vec{e}_2 + 5\vec{e}_3, \vec{r}_C = -7\vec{e}_1 + 2\vec{e}_2 - 10\vec{e}_3;$$

Решение. Изобразим ситуацию на рисунке, не заботясь о точности изображения. Главное, чтобы рисунок отображал ситуацию качественно.



Из рисунка видно, что:

$$\vec{r}_A - \vec{r}_B = \vec{x}, \quad \vec{r}_C - \vec{r}_B = \vec{y}, \quad \vec{x} + \vec{y} = \vec{z},$$

$$\vec{r}_D = \vec{r}_B + \vec{z} = \vec{r}_B + \vec{r}_A - \vec{r}_B + \vec{r}_C - \vec{r}_B = \vec{r}_A + \vec{r}_C - \vec{r}_B.$$

Подставляя разложения векторов в полученную формулу, вычисляем все требуемые в задаче величины. $\otimes$

Пример 2.1.6. В пространстве R^2 своими координатами заданы векторы

$$\vec{x} = 3\vec{e}_1 + \sqrt{7}\vec{e}_2, \quad \vec{y} = \vec{e}_1 + \sqrt{24}\vec{e}_2.$$

Найти какой-либо вектор $\vec{z}$, направленный по биссектрисе угла $\left\{ \vec{x}, \vec{y} \right\}$.

Решение. 1) Находим длины векторов $\vec{x}$ и $\vec{y}$:

$$\|\vec{x}\| = \sqrt{3^2 + (\sqrt{7})^2} = 4;$$

$$\|\vec{y}\| = \sqrt{1^2 + (\sqrt{24})^2} = 5.$$

2) Находим орты векторов $\vec{x}$ и $\vec{y}$:

$$\vec{e}_x = \frac{1}{\|\vec{x}\|} \cdot \vec{x} = \frac{3}{4} \vec{e}_1 + \frac{\sqrt{7}}{4} \vec{e}_2; \quad \vec{e}_y = \frac{1}{\|\vec{y}\|} \cdot \vec{y} = \frac{1}{5} \vec{e}_1 + \frac{\sqrt{24}}{5} \vec{e}_2.$$

3) Находим диагональ ромба, построенного на ортах $\vec{e}_x$ и $\vec{e}_y$:

$$\vec{z} = \vec{e}_x + \vec{e}_y = \frac{19}{20} \vec{e}_1 + \frac{5\sqrt{7} + 8\sqrt{6}}{20} \vec{e}_2.$$

Диагональ ромба направлена по биссектрисе угла, образованного его сторонами, поэтому

найденный вектор $\vec{z}$ является искомым вектором. $\otimes$

Пример 2.1.7. В каноническом базисе декартовой системы координат пространства R^3 своими координатами задан вектор

$$\vec{x} = \vec{e}_1 - 2\vec{e}_2 + 4\vec{e}_3.$$

Найти направляющие косинусы данного вектора.

Решение. 1) Находим длину вектора:

$$\|\vec{x}\| = \sqrt{1^2 + (-2)^2 + 4^2} = \sqrt{21}.$$

$$2) \text{ Находим орт вектора: } \vec{e}_x = \frac{1}{\sqrt{21}} \vec{e}_1 + \frac{-2}{\sqrt{21}} \vec{e}_2 + \frac{4}{\sqrt{21}} \vec{e}_3.$$

3) Направляющие косинусы вектора равны координатам его орта, поэтому имеем:

$$\cos\left\{\vec{x}, \vec{e}_1\right\} = \frac{1}{\sqrt{21}}, \quad \cos\left\{\vec{x}, \vec{e}_2\right\} = -\frac{2}{\sqrt{21}}, \quad \cos\left\{\vec{x}, \vec{e}_3\right\} = \frac{4}{\sqrt{21}}. \quad \otimes$$

Пример 2.1.8. В каноническом базисе декартовой системы координат пространства R^3 своими координатами заданы векторы

$$\vec{x} = \vec{e}_1 - 2\vec{e}_2 + 4\vec{e}_3, \quad \vec{y} = \vec{e}_1 + 4\vec{e}_2 - 2\vec{e}_3.$$

Найти скалярное произведение $\left(\vec{x} - 2\vec{y}, 3\vec{x} + \vec{y}\right)$ двумя способами.

Решение. 1. Находим линейные комбинации $\vec{x} - 2\vec{y}$ и $3\vec{x} + \vec{y}$:

$$\vec{x} - 2\vec{y} = \vec{e}_1 - 2\vec{e}_2 + 4\vec{e}_3 - 2\left(\vec{e}_1 + 4\vec{e}_2 - 2\vec{e}_3\right) = -\vec{e}_1 - 10\vec{e}_2 + 8\vec{e}_3,$$

$$3\vec{x} + \vec{y} = 3\left(\vec{e}_1 - 2\vec{e}_2 + 4\vec{e}_3\right) + \left(\vec{e}_1 + 4\vec{e}_2 - 2\vec{e}_3\right) = 4\vec{e}_1 - 2\vec{e}_2 + 10\vec{e}_3.$$

Находим скалярное произведение $\left(\vec{x} - 2\vec{y}, 3\vec{x} + \vec{y}\right)$:

$$\begin{aligned} \left(-\vec{e}_1 - 10\vec{e}_2 + 8\vec{e}_3, 4\vec{e}_1 - 2\vec{e}_2 + 10\vec{e}_3\right) = \\ = -4 + 20 + 80 = 96. \end{aligned}$$

2. Используем свойства скалярного произведения:

$$\begin{aligned} \left(\vec{x} - 2\vec{y}, 3\vec{x} + \vec{y}\right) &= \left(\vec{x}, 3\vec{x}\right) + \left(\vec{x}, \vec{y}\right) + \left(-2\vec{y}, 3\vec{x}\right) + \left(-2\vec{y}, \vec{y}\right) = \\ &= 3\left(\vec{x}, \vec{x}\right) + \left(\vec{x}, \vec{y}\right) - 6\left(\vec{y}, \vec{x}\right) - 2\left(\vec{y}, \vec{y}\right) = \\ &= 3\|\vec{x}\|^2 - 5\|\vec{x}\|\|\vec{y}\|\cos\left\{\vec{x}, \vec{y}\right\} - 2\|\vec{y}\|^2. \end{aligned}$$

Теперь можно произвести вычисления, используя данные задачи. $\otimes$

Пример 2.1.9. Дано: $\|\vec{x}\| = 3$, $\|\vec{y}\| = 2\sqrt{5}$, $\left\{\vec{x}, \vec{y}\right\} = \frac{\pi}{4}$. Найти

$$\left(\vec{x} + 3\vec{y}, 3\vec{x} - \vec{y}\right).$$

Решение. Используя свойства скалярного произведения, получаем:

$$\begin{aligned}
 \left(\vec{x} + 3\vec{y}, 3\vec{x} - \vec{y} \right) &= 3\|\vec{x}\|^2 - \left(\vec{x}, \vec{y} \right) + 9\left(\vec{y}, \vec{x} \right) - 3\|\vec{y}\|^2 = \\
 &= 3\|\vec{x}\|^2 + 8\|\vec{x}\| \cdot \|\vec{y}\| \cos\left\{ \vec{x}, \vec{y} \right\} - 3\|\vec{y}\|^2 = -33 + 24\sqrt{10}. \otimes
 \end{aligned}$$

Пример 2.1.10. В пространстве R^3 своими координатами относительно канонического базиса заданы три вектора:

$$\vec{a}_1 = \vec{e}_1 + 2\vec{e}_2 - 3\vec{e}_3, \quad \vec{a}_2 = 5\vec{e}_1 - 3\vec{e}_2 + \vec{e}_3, \quad \vec{a}_3 = -2\vec{e}_1 + 4\vec{e}_2 + \vec{e}_3.$$

1) Показать, что векторы $\left\{ \vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3 \right\}$ образуют новый базис в пространстве R^3 .

2) Найти координаты вектора $\vec{x} = 3\vec{e}_1 + \vec{e}_2 + 6\vec{e}_3$ относительно базиса $\left\{ \vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3 \right\}$.

Решение. 1) Исходя из определения линейной независимости, составляем систему линейных алгебраических уравнений:

$$\begin{cases} \alpha_1 + 5\alpha_2 - 2\alpha_3 = 0, \\ 2\alpha_1 - 3\alpha_2 + 4\alpha_3 = 0, \\ -3\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 = 0. \end{cases}$$

Решая эту СЛАУ методом Гаусса, получаем $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = 0$. Следовательно, система векторов линейно независима и, так как число векторов совпадает с размерностью пространства, является одним из базисов в пространства R^3 .

2) Для нахождения координат вектора $\vec{x}$ относительно нового базиса записываем разложение вектора $\vec{x}$ по векторам этого базиса и СЛАУ, следующую из этого разложения и инвариантности вектора как геометрического объекта:

$$\vec{x} = x^1 \vec{a}_1 + x^2 \vec{a}_2 + x^3 \vec{a}_3 \Rightarrow \begin{cases} x^1 + 5x^2 - 2x^3 = 3, \\ 2x^1 - 3x^2 + 4x^3 = 1, \\ -3x^1 + x^2 + x^3 = 6. \end{cases}$$

Решаем СЛАУ методом Гаусса.

1) Из первого уравнения $x^1 = 3 - 5x^2 + 2x^3$. Подставляя во второе и третье уравнения, получаем:

$$\begin{cases} x^1 + 5x^2 - 2x^3 = 3, \\ -13x^2 + 8x^3 = -5, \\ 16x^2 - 5x^3 = 15. \end{cases}$$

2) Из второго уравнения $x^2 = \frac{8}{13}x^3 + \frac{15}{13}$. Подставляя в третье уравнение, получаем:

$$\begin{cases} x^1 + 5x^2 - 2x^3 = 3, \\ -13x^2 + 8x^3 = -5, \\ 63x^3 = 115. \end{cases}$$

Обратный ход: из третьего уравнения

$$x^3 = \frac{115}{63}.$$

Подставляя во второе уравнение, находим

$$x^2 = \frac{95}{63}.$$

Подставляя найденные значения в первое уравнение, получаем

$$x^1 = -\frac{56}{63}. \otimes$$

Пример 2.1.11. В пространстве R^3 своими координатами относительно канонического базиса заданы радиус-векторы

$$\vec{x} = 2\vec{e}_1 + \vec{e}_2 - 3\vec{e}_3, \vec{y} = 10\vec{e}_1 - 3\vec{e}_2 - 4\vec{e}_3, \vec{z} = \vec{e}_1 + 2\vec{e}_2 + \vec{e}_3.$$

Найти расстояние между конечными точками векторов

$$\vec{u} = \left(\vec{x}, 2\vec{z} \right) \vec{x} + \vec{y},$$

$$\vec{v} = \vec{x} + \left(2\vec{x}, \vec{z} \right) \vec{y}.$$

Р е ш е н и е. 1) Находим скалярное произведение $\left(\vec{x}, 2\vec{z} \right)$:

$$\left(\vec{x}, 2\vec{z} \right) = \left(2\vec{e}_1 + \vec{e}_2 - 3\vec{e}_3, 2\left(\vec{e}_1 + 2\vec{e}_2 + \vec{e}_3 \right) \right) = 2 \cdot 2 + 1 \cdot 4 + (-3) \cdot 2 = 2.$$

2) находим вектор $\vec{u} = \left(\vec{x}, 2\vec{z} \right) \vec{x} + \vec{y}$:

$$\begin{aligned} \vec{u} &= \left(\vec{x}, 2\vec{z} \right) \vec{x} + \vec{y} = 2 \left(2\vec{e}_1 + \vec{e}_2 - 3\vec{e}_3 \right) + \left(10\vec{e}_1 - 3\vec{e}_2 - 4\vec{e}_3 \right) = \\ &= 14\vec{e}_1 - \vec{e}_2 - 10\vec{e}_3. \end{aligned}$$

3) Находим скалярное произведение $\left(2 \cdot \vec{x}, \vec{z} \right)$:

$$\begin{aligned} \left(2 \cdot \vec{x}, \vec{z} \right) &= \left(2 \left(2\vec{e}_1 + \vec{e}_2 - 3\vec{e}_3 \right), \left(\vec{e}_1 + 2\vec{e}_2 + \vec{e}_3 \right) \right) = \\ &= \left(2\vec{e}_1 + \vec{e}_2 - 3\vec{e}_3, \vec{e}_1 + 2\vec{e}_2 + \vec{e}_3 \right) = 4 + 4 - 6 = 2. \end{aligned}$$

4) Находим вектор $\vec{v} = \vec{x} + \left(2\vec{x}, \vec{z} \right) \vec{y}$:

$$\begin{aligned} \vec{v} &= \vec{x} + \left(2\vec{x}, \vec{z} \right) \vec{y} = 2\vec{e}_1 + \vec{e}_2 - 3\vec{e}_3 + 2 \left(10\vec{e}_1 - 3\vec{e}_2 - 4\vec{e}_3 \right) = \\ &= 22\vec{e}_1 - 5\vec{e}_2 - 11\vec{e}_3. \end{aligned}$$

5) Находим расстояние между векторами $\vec{u}$ и $\vec{v}$:

$$\rho\left(\begin{smallmatrix} \vec{u} & \vec{v} \end{smallmatrix}\right) = \left\| \begin{smallmatrix} \vec{u} & \vec{v} \end{smallmatrix} \right\| = \sqrt{(-8)^2 + 4^2 + 1^2} = \sqrt{81} = 9. \otimes$$

Пример 2.1.12. В пространстве R^3 своими координатами относительно канонического базиса заданы три точки $A(2; 4; 6)$, $B(1; 3; 5)$, $C(0; 2; 3)$. Найти длины сторон треугольника

ABC , косинусы углов при вершинах треугольника и проекцию вектора $\vec{AB} + \vec{AC}$ на

направление вектора $\vec{z} = \vec{e}_1 + 2\vec{e}_2 - 5\vec{e}_3$.

Решение. 1) Находим векторы, определяющие стороны треугольника:

$$\vec{AB} = -\vec{e}_1 - \vec{e}_2 - \vec{e}_3;$$

$$\vec{AC} = -2\vec{e}_1 - 2\vec{e}_2 - 3\vec{e}_3;$$

$$\vec{BC} = -\vec{e}_1 - \vec{e}_2 - 2\vec{e}_3.$$

2) Находим длины сторон треугольника ΔABC :

$$\left\| \vec{AB} \right\| = \sqrt{(-1)^2 + (-1)^2 + (-1)^2} = \sqrt{3};$$

$$\left\| \vec{AC} \right\| = \sqrt{(-2)^2 + (-2)^2 + (-3)^2} = \sqrt{17};$$

$$\left\| \vec{BC} \right\| = \sqrt{(-1)^2 + (-1)^2 + (-2)^2} = \sqrt{6}.$$

3) Находим косинусы углов при вершинах треугольника по формуле

$$\cos \vartheta = \frac{\left(\begin{smallmatrix} \vec{x} & \vec{y} \end{smallmatrix} \right)}{\left\| \vec{x} \right\| \cdot \left\| \vec{y} \right\|} = \frac{x^1 y^1 + x^2 y^2 + x^3 y^3}{\sqrt{(x^1)^2 + (x^2)^2 + (x^3)^2} \sqrt{(y^1)^2 + (y^2)^2 + (y^3)^2}}.$$

$$\cos\left\{\vec{AB}, \vec{AC}\right\} = \frac{\left(\vec{AB}, \vec{AC}\right)}{\|\vec{AB}\| \cdot \|\vec{AC}\|} = \frac{7}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{17}} = \frac{7}{\sqrt{51}};$$

$$\cos\left\{\vec{BA}, \vec{BC}\right\} = \frac{\left(\vec{BA}, \vec{BC}\right)}{\|\vec{AB}\| \cdot \|\vec{BC}\|} = \frac{-4}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{6}} = -\frac{4}{\sqrt{18}};$$

$$\cos\left\{\vec{CA}, \vec{CB}\right\} = \frac{\left(\vec{CA}, \vec{CB}\right)}{\|\vec{CA}\| \cdot \|\vec{CB}\|} = \frac{10}{\sqrt{17} \cdot \sqrt{6}} = \frac{10}{\sqrt{102}}.$$

4) Находим проекцию вектора $\vec{AB} + \vec{AC}$ на направление вектора $\vec{z} = \vec{e}_1 + 2\vec{e}_2 - 5\vec{e}_3$:

$$\text{Pr}_{\vec{z}}\left\{\vec{AB} + \vec{AC}\right\} = \frac{(-3) \cdot 1 + (-3) \cdot 2 + (-4) \cdot (-5)}{\sqrt{1^2 + 2^2 + (-5)^2}} = \frac{11}{\sqrt{30}}. \otimes$$

Пример 2.1.13. Пусть на плоскости $X^1 O X^2$ даны две точки $A_1(x_1^1; x_1^2)$ и $A_2(x_2^1; x_2^2)$

. Найти координаты точки $A(x^1; x^2)$, делящей отрезок $A_1 A_2$ в отношении $\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \lambda$.

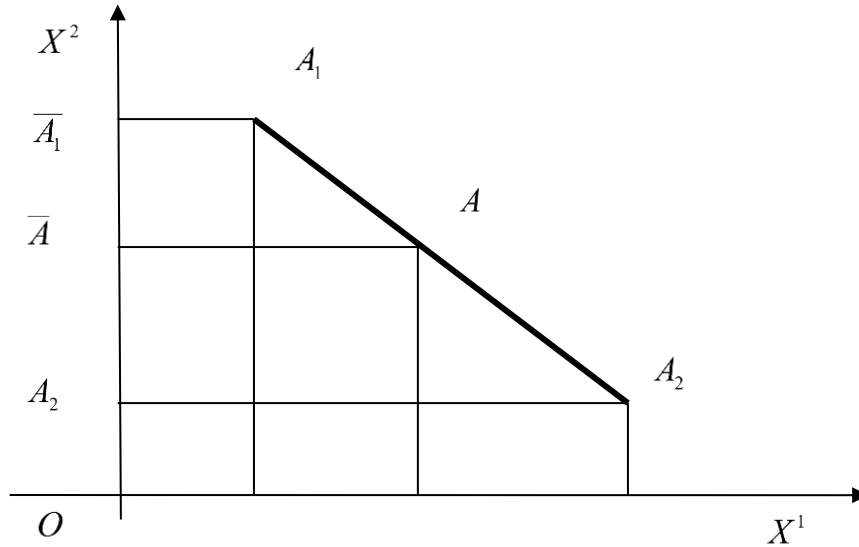
Решение. Предположим, что отрезок $A_1 A_2$ не параллелен оси $O X^1$. Точки A_1, A, A_2 спроектируем на оси $O X^1$, и $O X^2$ (рисунок).

Имеем по условию задачи

$$\frac{A_1 A}{A A_2} = \frac{\overline{A_1 A}}{\overline{A A_2}} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \lambda.$$

Далее получаем, что

$$\overline{A_1 A} = |x_1^2 - x^2|, \overline{A A_2} = |x^2 - x_2^2| \Rightarrow \lambda = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{|x_1^2 - x^2|}{|x^2 - x_2^2|}.$$



Точка $\overline{A}$ лежит между точками A_1 и A_2 , поэтому

$$\lambda = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{|x_1^2 - x^2|}{|x^2 - x_2^2|} = \frac{x_1^2 - x^2}{x^2 - x_2^2}.$$

Из последнего равенства находим

$$x^2 = \frac{\lambda_2 x_1^2 + \lambda_1 x_2^2}{\lambda_1 + \lambda_2} = \frac{\lambda_2 \left(x_1^2 + \frac{\lambda_1}{\lambda_2} x_2^2 \right)}{\lambda_2 \left(\frac{\lambda_1}{\lambda_2} + 1 \right)} = \frac{x_1^2 + \lambda x_2^2}{\lambda + 1}.$$

Аналогично находим первую координату точки A :

$$x^1 = \frac{\lambda_2 x_1^1 + \lambda_1 x_2^1}{\lambda_1 + \lambda_2} = \frac{\lambda_2 \left(x_1^1 + \frac{\lambda_1}{\lambda_2} x_2^1 \right)}{\lambda_2 \left(\frac{\lambda_1}{\lambda_2} + 1 \right)} = \frac{x_1^1 + \lambda x_2^1}{\lambda + 1}. \otimes$$

Практическое занятие 2. Векторное и смешанное произведения.

Прямая линия и плоскость

Предварительные сведения

Векторное произведение векторов как результат алгебраической операции умножения векторов

$$\vec{x} = \sum_{i=1}^3 x^i \vec{e}_i = x^1 \vec{e}_1 + x^2 \vec{e}_2 + x^3 \vec{e}_3,$$

$$\vec{y} = \sum_{i=1}^3 y^i \vec{e}_i = y^1 \vec{e}_1 + y^2 \vec{e}_2 + y^3 \vec{e}_3$$

находится по формуле

$$\left[\vec{x}, \vec{y} \right] = (x^2 y^3 - x^3 y^2) \vec{e}_1 + (x^3 y^1 - x^1 y^3) \vec{e}_2 + (x^1 y^2 - x^2 y^1) \vec{e}_3.$$

Смешанное произведение векторов – это функция, значение которой находится по формуле

$$\left(\left[\vec{x}, \vec{y} \right], \vec{z} \right) = x^1 y^2 z^3 + x^2 y^3 z^1 + x^3 y^1 z^2 - x^1 y^3 z^2 - x^2 y^1 z^3 - x^3 y^2 z^1.$$

Параметрические уравнения прямой линии в трёхмерном пространстве имеют вид

$$x^i = x_0^i + t \cdot a^i,$$

где $i = 1, 2, 3$, x_0^i – координаты опорной точки, a^i – координаты направляющего вектора,

$t \in (-\infty, +\infty)$ – параметр.

Параметрические уравнения плоскости в трёхмерном пространстве имеют вид

$$\begin{cases} x^1 = x_0^1 + a_1^1 \cdot t_1 + a_2^1 \cdot t_2, \\ x^2 = x_0^2 + a_1^2 \cdot t_1 + a_2^2 \cdot t_2, \\ x^3 = x_0^3 + a_1^3 \cdot t_1 + a_2^3 \cdot t_2. \end{cases}$$

Неявное уравнение плоскости в трёхмерном пространстве записывается в виде

$$A \cdot x^1 + B \cdot x^2 + C \cdot x^3 + D = 0,$$

где коэффициенты при неизвестных суть координаты **нормального** вектора плоскости

$$\vec{N} = Ax^1 + Bx^2 + Cx^3,$$

удовлетворяющего условию

$$\left(\vec{N}, \vec{x} \right) = 0,$$

где $\vec{X}$ – произвольный вектор на плоскости.

Примеры с решением

Пример 2.2.1. Вычислить площадь треугольника, построенного на приведённых к общему началу векторах

$$\vec{x} = 3\vec{e}_1 - 2\vec{e}_2 - \vec{e}_3, \quad \vec{y} = -2\vec{e}_1 + \vec{e}_2 - 6\vec{e}_3.$$

Решение. Если в некоторой декартовой системе координат векторы $\vec{X}$ и $\vec{Y}$ заданы своими разложениями

$$\vec{x} = x^1 \vec{e}_1 + x^2 \vec{e}_2 + x^3 \vec{e}_3, \quad \vec{y} = y^1 \vec{e}_1 + y^2 \vec{e}_2 + y^3 \vec{e}_3,$$

то справедлива формула

$$\left[\vec{x}, \vec{y} \right] = (x^2 y^3 - x^3 y^2) \vec{e}_1 + (x^3 y^1 - x^1 y^3) \vec{e}_2 + (x^1 y^2 - x^2 y^1) \vec{e}_3.$$

Применим эту формулу для решения задачи.

1) Вычисляем векторное произведение:

$$\begin{aligned} \left[\vec{x}, \vec{y} \right] &= ((-2) \cdot (-6) - (-1) \cdot 1) \vec{e}_1 + ((-1) \cdot (-2) - 3 \cdot (-6)) \vec{e}_2 + \\ &+ (3 \cdot 1 - (-2) \cdot (-2)) \vec{e}_3 = 13\vec{e}_1 + 20\vec{e}_2 - \vec{e}_3. \end{aligned}$$

2) Площадь треугольника

$$S = \frac{1}{2} \left\| \left[\vec{x}, \vec{y} \right] \right\|.$$

Вычисляем площадь треугольника:

$$S = \frac{1}{2} \left\| \left[\vec{x}, \vec{y} \right] \right\| = \frac{1}{2} \sqrt{13^2 + 20^2 + (-1)^2} = \frac{1}{2} \sqrt{169 + 400 + 1} = \frac{1}{2} \sqrt{570}. \quad \otimes$$

Пример 2.2.2. Вычислить площадь параллелограмма, построенного на векторах

$$\vec{x} = \vec{a} + 3\vec{b}, \vec{y} = 3\vec{a} + \vec{b},$$

если

$$\|\vec{a}\| = \|\vec{b}\| = 1 \text{ и } \left\{ \vec{a}, \vec{b} \right\} = \frac{\pi}{6}.$$

Решение. Вычисляем векторное произведение, используя его свойства:

$$\begin{aligned} \left[\vec{x}, \vec{y} \right] &= \left[\vec{a} + 3\vec{b}, 3\vec{a} + \vec{b} \right] = 3 \left[\vec{a}, \vec{a} \right] + \left[\vec{a}, \vec{b} \right] + \\ &+ 9 \left[\vec{b}, \vec{a} \right] + 3 \left[\vec{b}, \vec{b} \right] = -8 \left[\vec{a}, \vec{b} \right]. \end{aligned}$$

По определению площадь параллелограмма равна:

$$S = \left\| \left[\vec{x}, \vec{y} \right] \right\| = 8 \left\| \left[\vec{a}, \vec{b} \right] \right\| = 8 \|\vec{a}\| \cdot \|\vec{b}\| \cdot \sin \left\{ \vec{a}, \vec{b} \right\} = 8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \frac{1}{2} = 4. \otimes$$

Пример 2.2.3. Найти орт вектора, перпендикулярного векторам

$$\vec{x} = \vec{e}_1 + \vec{e}_2 + 3\vec{e}_3, \vec{y} = 4\vec{e}_1 + \vec{e}_2 + \vec{e}_3.$$

Решение. Предлагается решить задачу самостоятельно. $\otimes$

Пример 2.2.4. Получить уравнение плоскости $H^2 \subset R^3$, проходящей через начало координат O и через две точки $M_1(4; -2; 1)$, $M_2(2; 4; -3)$.

Решение. Радиус-векторы точек M_1 и M_2

$$\vec{x} \equiv \vec{OM}_1 = 4\vec{e}_1 - 2\vec{e}_2 + \vec{e}_3, \vec{y} \equiv \vec{OM}_2 = 2\vec{e}_1 + 4\vec{e}_2 - 3\vec{e}_3.$$

Нормальный вектор плоскости находим как векторное произведение, используя формулу

$$\begin{aligned} \vec{N} &= \left[\vec{OM}_1, \vec{OM}_2 \right] \equiv \left[\vec{x}, \vec{y} \right] = \\ &= (x^2y^3 - x^3y^2)\vec{e}_1 + (x^3y^1 - x^1y^3)\vec{e}_2 + (x^1y^2 - x^2y^1)\vec{e}_3 =: \\ &= [(-2) \cdot (-3) - 1 \cdot 4]\vec{e}_1 + [1 \cdot 2 - 4 \cdot (-3)]\vec{e}_2 + [4 \cdot 4 - (-2) \cdot 2]\vec{e}_3 = \end{aligned}$$

$$= 2\vec{e}_1 + 14\vec{e}_2 + 20\vec{e}_3.$$

Из условия ортогональности радиус-вектора

$$\vec{OM} = x^1 \vec{e}_1 + x^2 \vec{e}_2 + x^3 \vec{e}_3$$

текущей точки M плоскости её нормальному вектору

$$\left(\vec{N}, \vec{OM} \right) = 0,$$

получаем уравнение плоскости в неявном виде:

$$x^1 + 7x^2 + 10x^3 = 0. \otimes$$

Пример 2.2.5. Найти угол между плоскостями, определяемыми уравнениями:

$$3x^1 - x^2 + 3 = 0, \quad x^1 - 2x^2 + 5x^3 - 10 = 0.$$

Решение. Угол между плоскостями равен углу между их нормальными векторами

$$\vec{N}_1 = 3\vec{e}_1 - \vec{e}_2, \quad \vec{N}_2 = \vec{e}_1 - 2\vec{e}_2 + 5\vec{e}_3.$$

Поэтому имеем:

$$\begin{aligned} \cos \left\{ \vec{N}_1, \vec{N}_2 \right\} &= \frac{\left(\vec{N}_1, \vec{N}_2 \right)}{\left\| \vec{N}_1 \right\| \cdot \left\| \vec{N}_2 \right\|} = \frac{3 \cdot 1 + (-1) \cdot (-2) + 0 \cdot 5}{\sqrt{3^2 + (-1)^2 + 0^2} \cdot \sqrt{1^2 + (-2)^2 + 5^2}} = \\ &= \frac{5}{\sqrt{10} \cdot \sqrt{30}} = \frac{\sqrt{3}}{6}. \end{aligned}$$

Следовательно, $\varphi = \arccos \frac{\sqrt{3}}{6}. \otimes$

Пример 2.2.6. Написать канонические уравнения прямой линии, заданной пересечением двух плоскостей с уравнениями

$$x^1 + x^2 + x^3 - 2 = 0, \quad x^1 - x^2 - 3x^3 + 6 = 0.$$

Решение. Проверяем, что плоскости не параллельны (то есть их нормальные векторы не коллинеарны), для чего проверяем пропорциональны или нет координаты нормальных векторов:

$$\frac{1}{1} \neq \frac{1}{-1} \neq \frac{1}{-3}.$$

Координаты не пропорциональны, следовательно, нормальные векторы неколлинеарны, то есть плоскости не параллельны.

Так как прямая принадлежит обеим плоскостям, её направляющий вектор ортогонален нормальным векторам плоскостей, поэтому находим его как векторное произведение нормальных векторов плоскостей:

$$\begin{aligned} \vec{a} &= \left[\vec{N}_1, \vec{N}_2 \right] = (x^2 y^3 - x^3 y^2) \vec{e}_1 + (x^3 y^1 - x^1 y^3) \vec{e}_2 + (x^1 y^2 - x^2 y^1) \vec{e}_3 = \\ &= [1 \cdot (-3) - 1 \cdot (-1)] \vec{e}_1 + [1 \cdot 1 - 1 \cdot (-3)] \vec{e}_2 + [1 \cdot (-1) - 1 \cdot 1] \vec{e}_3 = \\ &= -2 \vec{e}_1 + 4 \vec{e}_2 - 2 \vec{e}_3. \end{aligned}$$

Направляющий вектор прямой не параллелен ни одной из координатных плоскостей, поэтому прямая линия пересекает все три координатные плоскости. Найдём, например, точку пересечения прямой и плоскости $X^1 O X^3$, для чего решаем систему трёх уравнений

$$\begin{cases} x^1 + x^3 = 2, \\ x^1 - 3x^3 = -6 \\ x^2 = 0. \end{cases}$$

Получаем решение $x_0^1 = 0$, $x_0^2 = 0$, $x_0^3 = 2$.

Подставляя найденные координаты направляющего вектора и точки в канонические уравнения прямой линии, получаем канонические уравнения

$$\frac{x^1}{-2} = \frac{x^2}{4} = \frac{x^3 - 2}{-2}. \otimes$$

Пример 2.2.7. Найти точку пересечения прямой линии с уравнениями

$$\frac{x^1 - 2}{1} = \frac{x^2 - 3}{1} = \frac{x^3 + 1}{-4},$$

и плоскости с уравнением $x^1 + x^2 + 2x^3 - 9 = 0$.

Р е ш е н и е. Проверяем, пересекается ли прямая линия с плоскостью, для чего находим скалярное произведение нормального вектора плоскости и направляющего вектора прямой линии:

$$\left(\vec{N}, \vec{l} \right) = \left(\vec{e}_1 + \vec{e}_2 + 2\vec{e}_3, \vec{e}_1 + \vec{e}_2 - 4\vec{e}_3 \right) = -6 \neq 0.$$

Векторы не ортогональны, а следовательно, прямая линия и плоскость не параллельны.

Параметрические уравнения прямой линии имеют вид:

$$\begin{cases} x^1 = 2 + t, \\ x^2 = 3 + t, \\ x^3 = -1 - 4t. \end{cases}$$

Найдём значение параметра t_0 , соответствующее точке пересечения прямой линии и плоскости, для чего подставим x^1, x^2, x^3 из параметрических уравнений прямой линии в уравнение плоскости. Решая получившееся уравнение, найдём $t_0 = -1$. Подставляя найденное значение параметра в параметрические уравнения прямой линии, находим координаты точки пересечения:

$$x_0^1 = 1, x_0^2 = 2, x_0^3 = 3. \otimes$$

Пример 2.2.8. Найти расстояние от точки $M(1; 0; 1)$ до плоскости H^2 с уравнением $4x^1 + 6x^2 + 4x^3 - 25 = 0$.

Р е ш е н и е. Расстояние от точки M до плоскости – это длина вектора $\vec{M_0M}$ с начальной точкой M и конечной точкой M_0 – проекцией точки M на плоскость H^2 .

Проекция точки на плоскость – это основание перпендикуляра, опущенного из данной точки на плоскость. Поэтому следует составить уравнение прямой линии, проходящей через точку $M(1; 0; 1)$ перпендикулярно плоскости с уравнением

$$4x^1 + 6x^2 + 4x^3 - 25 = 0,$$

и найти точку её пересечения с плоскостью.

Если в качестве направляющего вектора прямой линии выбрать нормальный вектор плоскости $\vec{l} = \vec{N} = 4\vec{e}_1 + 6\vec{e}_2 + 4\vec{e}_3$, то канонические уравнения прямой линии примут вид

$$\frac{x^1 - 1}{4} = \frac{x^2}{6} = \frac{x^3 - 1}{4},$$

откуда получаем параметрические уравнения

$$\begin{cases} x^1 = 1 + 4t, \\ x^2 = 6t, \\ x^3 = 1 + 4t. \end{cases}$$

Подставляя общее выражение для координат текущей точки прямой линии из параметрических уравнений в уравнение плоскости, получаем уравнение для параметра, решение которого даёт для параметра значение

$$t_0 = \frac{1}{4},$$

соответствующее искомой точке пересечения прямой линии и плоскости.

Подставляя это значение параметра в параметрические уравнения прямой линии, получаем находим искомые координаты проекции M_0 точки $M(1; 0; 1)$ на плоскость H^2 :

$$x^1 = 2, x^2 = \frac{3}{2}, x^3 = 2.$$

Вектор

$$\vec{M_0M} = (2-1)\vec{e}_1 + \left(\frac{3}{2}-0\right)\vec{e}_2 + (2-1)\vec{e}_3 = \vec{e}_1 + \frac{3}{2}\vec{e}_2 + \vec{e}_3.$$

Расстояние

$$\rho(M, H^2) = \sqrt{1 + \frac{9}{4} + 1} = \frac{\sqrt{17}}{2}. \otimes$$

Практическое занятие 3. Абстрактные векторные пространства

Предварительные сведения

Аддитивная абелева группа E называется **абстрактным векторным пространством** (над полем P), если на ней определена внешняя бинарная операция – **умножение элементов группы E на элементы поля P** , то есть $(\forall x \in E)$ и $(\forall \alpha \in P)$ $(\exists \alpha \cdot x \in E)$, причём выполняются следующие аксиомы:

$$1) (\alpha + \beta) \cdot x = \alpha \cdot x + \beta \cdot x;$$

$$2) \alpha \cdot (x + y) = \alpha \cdot x + \alpha \cdot y;$$

$$3) 1 \cdot x = x;$$

$$4) (\alpha \cdot \beta) \cdot x = \alpha \cdot (\beta \cdot x).$$

Простейшим примером векторного пространства является множество обычных трёхмерных векторов, которое изучалось выше. Здесь отметим лишь, что из определения векторного пространства следует, что

$$(\forall x \in E) -x = (-1)x,$$

где 1 – единица поля P , и

$$0x = 0.$$

В последнем равенстве 0 в левой части – это нуль поля P , 0 в правой части равенства – это нулевой элемент из группы E . Элементы векторного пространства называются **абстрактными векторами**.

Система векторов $\{x_1, x_2, \dots, x_n\} \subset E$ называется **линейно независимой**, если

$$(\alpha_1 x_1 + \alpha_2 x_2 + \dots + \alpha_n x_n) \Leftrightarrow (\alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_n = 0),$$

и **линейно зависимой** – в противном случае. Если векторное пространство содержит линейно независимую систему из n векторов, а любая система, содержащая $n + 1$ векторов, уже линейно зависима, то говорят, что пространство E является **n мерным векторным пространством**. Любая линейно независимая система $\{e_1, e_2, \dots, e_n\} \subset E$ из n векторов образует **базис** пространства. Любой вектор $x \in E$ можно представить в виде разложения

$$x = \alpha_1 e_1 + \alpha_2 e_2 + \dots + \alpha_n e_n,$$

где коэффициенты разложения называются **координатами** вектора относительно заданного базиса. Подмножество $L \in E$ называется **линейным многообразием** в E , если

$$(\forall \alpha, \beta \in P)(x, y \in L) \Rightarrow (\alpha \cdot x + \beta \cdot y \in L).$$

Остальные определения теории векторных пространств, в том числе евклидовых, приведены выше на страницах 25-28.

Примеры с решением

Пример 2.3.1. Пусть P – числовое поле. На множестве объектов

$$P^n = \left\{ |a\rangle = \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ \dots \\ a_n \end{pmatrix}, a_k \in P \right\},$$

которые назовём вектор-столбцами, определим операции сложения вектор-столбцов и умножения вектора-столбца на числа из поля P :

$$1) (\forall |a\rangle, |b\rangle \in P^n) |a\rangle + |b\rangle = \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ \dots \\ a_n \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \dots \\ b_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_1 + b_1 \\ a_2 + b_2 \\ \dots \\ a_n + b_n \end{pmatrix} \$$$

$$2) (\forall |a\rangle \in P^n) \text{ и } (\forall \alpha \in P) \alpha \cdot |a\rangle = \alpha \cdot \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ \dots \\ a_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \alpha \cdot a_1 \\ \alpha \cdot a_2 \\ \dots \\ \alpha \cdot a_n \end{pmatrix}.$$

Показать, что множество P^n является n -мерным векторным пространством.

Р е ш е н и е. Для доказательства требуется проверить выполнение всех аксиом векторного пространства и построить хотя бы один базис из вектор-столбцов.

Аксиомы сложения.

1) Аксиома ассоциативности выполняется в силу ассоциативности операции сложения в поле P , действительно

$$\begin{aligned} [|a\rangle + |b\rangle] + |c\rangle &= \left[\begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ \dots \\ a_n \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \dots \\ b_n \end{pmatrix} \right] + \begin{pmatrix} c_1 \\ c_2 \\ \dots \\ c_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_1 + b_1 \\ a_2 + b_2 \\ \dots \\ a_n + b_n \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} c_1 \\ c_2 \\ \dots \\ c_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} (a_1 + b_1) + c_1 \\ (a_2 + b_2) + c_2 \\ \dots \\ (a_n + b_n) + c_n \end{pmatrix} = \\ &= \begin{pmatrix} a_1 + (b_1 + c_1) \\ a_2 + (b_2 + c_2) \\ \dots \\ a_n + (b_n + c_n) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ \dots \\ a_n \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} b_1 + c_1 \\ b_2 + c_2 \\ \dots \\ b_n + c_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ \dots \\ a_n \end{pmatrix} + \left[\begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \dots \\ b_n \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} c_1 \\ c_2 \\ \dots \\ c_n \end{pmatrix} \right] = |a\rangle + [|b\rangle + |c\rangle]. \end{aligned}$$

2) Аксиома коммутативности выполняется в силу коммутативности операции сложения в поле P , действительно

$$|a\rangle + |b\rangle = \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ \dots \\ a_n \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \dots \\ b_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_1 + b_1 \\ a_2 + b_2 \\ \dots \\ a_n + b_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} b_1 + a_1 \\ b_2 + a_2 \\ \dots \\ b_n + a_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \dots \\ b_n \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ \dots \\ a_n \end{pmatrix} = |b\rangle + |a\rangle$$

3) Вектор-нуль определим так

$$|0\rangle = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ \dots \\ 0 \end{pmatrix}.$$

Очевидно, что аксиома о нейтральном элементе выполняется, действительно имеем:

$$(\forall |a\rangle \in P^n) |a\rangle + |0\rangle = \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ \dots \\ a_n \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ \dots \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_1 + 0 \\ a_2 + 0 \\ \dots \\ a_n + 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ \dots \\ a_n \end{pmatrix}.$$

4) Противоположный вектор-столбец определим так

$$(\forall |a\rangle \in P^n) -|a\rangle = \begin{pmatrix} -a_1 \\ -a_2 \\ \dots \\ -a_n \end{pmatrix}.$$

Очевидно, что аксиома об обратном (противоположном элементе) выполняется, действительно имеем:

$$|a\rangle + (-|a\rangle) = \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ \dots \\ a_n \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} -a_1 \\ -a_2 \\ \dots \\ -a_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_1 - a_1 \\ a_2 - a_2 \\ \dots \\ a_n - a_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ \dots \\ 0 \end{pmatrix}.$$

Аксиомы умножения вектор-столбца на числа. Аналогично показывается, что выполняются аксиомы умножения вектор-столбца на числа:

$$1) (\forall |a\rangle \in P^n) \text{ и } (\forall \alpha \in P)$$

$$\alpha(|a\rangle + |b\rangle) = \alpha \left[\begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ \dots \\ a_n \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \dots \\ b_n \end{pmatrix} \right] = \begin{pmatrix} \alpha(a_1 + b_1) \\ \alpha(a_2 + b_2) \\ \dots \\ \alpha(a_n + b_n) \end{pmatrix} = \alpha \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ \dots \\ a_n \end{pmatrix} + \alpha \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \dots \\ b_n \end{pmatrix};$$

2) $(\forall \alpha, \beta \in P)$

$$(\alpha + \beta)|a\rangle = (\alpha + \beta) \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ \dots \\ a_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} (\alpha + \beta)a_1 \\ (\alpha + \beta)a_2 \\ \dots \\ (\alpha + \beta)a_n \end{pmatrix} = \alpha \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ \dots \\ a_n \end{pmatrix} + \beta \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ \dots \\ a_n \end{pmatrix} = \alpha|a\rangle + \beta|a\rangle;$$

$$3) 1 \cdot \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ \dots \\ a_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ \dots \\ a_n \end{pmatrix};$$

$$4) (\alpha\beta)|a\rangle = (\alpha\beta) \cdot \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ \dots \\ a_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} (\alpha\beta)a_1 \\ (\alpha\beta)a_2 \\ \dots \\ (\alpha\beta)a_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \alpha(\beta a_1) \\ \alpha(\beta a_2) \\ \dots \\ \alpha(\beta a_n) \end{pmatrix} = \dots = \alpha[\beta|a\rangle],$$

Таким образом, все аксиомы векторного пространства выполняются и, следовательно, множество P^n является векторным пространством.

Рассмотрим следующее тождественное преобразование:

$$|a\rangle = \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ \dots \\ a_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_1 \\ 0 \\ \dots \\ 0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ a_2 \\ \dots \\ 0 \end{pmatrix} + \dots + \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ \dots \\ 0 \end{pmatrix} = a_1 \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ \dots \\ 0 \end{pmatrix} + a_2 \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ \dots \\ 0 \end{pmatrix} + \dots + a_n \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ \dots \\ 1 \end{pmatrix}.$$

Из этого разложения видно, что в силу произвольности вектор-столбца $|a\rangle$, он представлен разложением по вектор-столбцам специального вида

$$|e_1\rangle = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ \dots \\ 0 \end{pmatrix}, |e_2\rangle = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ \dots \\ 0 \end{pmatrix}, \dots, |e_n\rangle = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ \dots \\ 1 \end{pmatrix}.$$

Система этих вектор-столбцов образует простейший, или *канонический* базис в векторном пространстве P^n .

Теперь очевидно, что множество P^n является n -мерным векторным пространством. $\otimes$

Пример 2.3.2. Показать, что если система векторов $\left\{ \vec{x}_1, \vec{x}_2, \dots, \vec{x}_n \right\}$ линейно независима, то

и любая её подсистема также линейно независима.

Решение. Пусть $\left\{ \vec{x}_1, \vec{x}_2, \dots, \vec{x}_m \right\}$ – подсистема данной системы, то есть $m < n$.

Предположим, что условие задачи неверно, то есть подсистема $\left\{ \vec{x}_1, \vec{x}_2, \dots, \vec{x}_m \right\}$ линейно за-

висима. Тогда можно подобрать такие числа $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_m$, не все равные нулю одновременно, что справедливо тождество

$$\alpha_1 \vec{x}_1 + \alpha_2 \vec{x}_2 + \dots + \alpha_m \vec{x}_m = \vec{0}.$$

Учитывая свойство нуля вектора

$$\left(\forall \vec{x} \in X \right) \vec{x} + \vec{0} = \vec{0} + \vec{x} = \vec{x},$$

добавим его в обе части последнего тождества, представив его в виде линейной комбинации оставшихся векторов исходной системы с нулевыми коэффициентами

$$\vec{0} = 0 \vec{x}_{m+1} + \dots + 0 \vec{x}_n.$$

Получаем

$$\alpha_1 \vec{x}_1 + \alpha_2 \vec{x}_2 + \dots + \alpha_m \vec{x}_m + 0 \vec{x}_{m+1} + \dots + 0 \vec{x}_n = \vec{0},$$

то есть линейная комбинация векторов исходной системы с коэффициентами, не все из которых равны нулю одновременно, даёт нулевой вектор. По определению это означает линейную зависи-

мость векторов системы $\left\{ \vec{x}_1, \vec{x}_2, \dots, \vec{x}_n \right\}$, что противоречит условию задачи.

Следовательно, предположение о линейной зависимости *произвольной* подсистемы

$$\left\{ \vec{x}_1, \vec{x}_2, \dots, \vec{x}_m \right\} \text{ линейно независимой системы } \left\{ \vec{x}_1, \vec{x}_2, \dots, \vec{x}_n \right\} \text{ не верно. } \otimes$$

Пример 2.3.3. Показать, что система из двух векторов линейно зависима в том и только в том случае, если векторы коллинеарны.

Решение. Необходимость. Если из двух векторов $\left\{ \vec{x}, \vec{y} \right\}$ хотя бы один равен нулю

вектору, то векторы коллинеарны. Поэтому предположим, что векторы $\vec{x} \neq \vec{0}, \vec{y} \neq \vec{0}$. Пусть

система $\left\{ \vec{x}, \vec{y} \right\}$ линейно зависима. Покажем, что векторы коллинеарны. По определению

найдутся такие числа $\alpha, \beta \in R$, что

$$\alpha \vec{x} + \beta \vec{y} = \vec{0},$$

причём эти числа не равны нулю одновременно.

Пусть $\beta \neq 0$. Тогда получаем:

$$\vec{y} = \left(-\frac{\alpha}{\beta} \right) \vec{x}.$$

Обозначая $\lambda = -\frac{\alpha}{\beta}$, получим

$$\vec{y} = \lambda \vec{x},$$

то есть по определению векторы $\vec{x}$ и $\vec{y}$ коллинеарны.

Достаточность. Пусть теперь векторы $\vec{x}$ и $\vec{y}$ коллинеарны, покажем, что система

$\left\{ \vec{x}, \vec{y} \right\}$ линейно зависима. По определению коллинеарности имеем, например:

$$\vec{y} = \lambda \vec{x}.$$

Пусть $\vec{v} \neq \vec{0}$, тогда можем записать

$$\vec{y} = \frac{\lambda}{\nu} \vec{v} \vec{x},$$

откуда получаем

$$\vec{v} \vec{y} = \lambda \vec{v} \vec{x},$$

или

$$\mu \vec{x} + \vec{v} \vec{y} = \vec{0},$$

где $\mu = -\lambda \nu$. Так как $\lambda \neq 0$ и $\nu \neq 0$, то система векторов $\left\{ \vec{x}, \vec{y} \right\}$ линейно зависима. $\otimes$

Пример 2.3.4. Показать, что система трёх векторов пространства R^3 линейно зависима в том и только в том случае, если векторы компланарны.

Решение. Предположим, что никакие два вектора из тройки векторов $\vec{x}, \vec{y}, \vec{z}$ не коллинеарны (в противном случае система векторов заведомо будет линейно зависимой).

Необходимость. Пусть система $\left\{ \vec{x}, \vec{y}, \vec{z} \right\}$ линейно зависима, покажем, что векторы системы компланарны. В силу линейной зависимости системы, можно подобрать три неравных одновременно нулю числа $\alpha, \beta, \gamma \in R$ так, чтобы выполнялось равенство

$$\alpha \vec{x} + \beta \vec{y} + \gamma \vec{z} = \vec{0}.$$

Пусть, например, $\gamma \neq 0$. Тогда имеем:

$$\vec{z} = \left(-\frac{\alpha}{\gamma} \right) \vec{x} + \left(-\frac{\beta}{\gamma} \right) \vec{y}.$$

Приложив векторы $\vec{x}, \vec{y}, \vec{z}$ к общей точке O , легко видеть, что вектор $\vec{z}$ равен диагонали параллелограмма, построенного на векторах

$$\vec{a} = \left(-\frac{\alpha}{\gamma} \right) \vec{x}, \vec{b} = \left(-\frac{\beta}{\gamma} \right) \vec{y},$$

а это и означает, что они лежат в одной плоскости, то есть компланарны.

Достаточность. Пусть векторы $\vec{X}, \vec{Y}, \vec{Z}$ компланарны, покажем, что система $\left\{ \vec{X}, \vec{Y}, \vec{Z} \right\}$ линейно зависима. Доказательство почти очевидно. Действительно, компланарность векторов означает, что справедливо, например, равенство

$$\vec{X} = \mu \vec{Y} + \lambda \vec{Z}.$$

Следовательно, один из векторов системы линейно выражается через два других. Тогда из свойств линейно зависимых систем векторов следует линейная зависимость системы векторов $\left\{ \vec{X}, \vec{Y}, \vec{Z} \right\}$.

⊗

Пример 2.3.5. Выяснить вопрос о линейной зависимости или линейной независимости следующей системы вектор-столбцов:

$$|a_1\rangle = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}, |a_2\rangle = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}, |a_3\rangle = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}, |a_4\rangle = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}.$$

Решение. Составим линейную комбинацию векторов системы с произвольными коэффициентами и потребуем, чтобы её значением был нуль вектор-столбец:

$$\alpha_1 |a_1\rangle + \alpha_2 |a_2\rangle + \alpha_3 |a_3\rangle + \alpha_4 |a_4\rangle = |0\rangle \Rightarrow$$

$$\alpha_1 \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} + \alpha_2 \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} + \alpha_3 \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} + \alpha_4 \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}.$$

Используя правила выполнения операций с вектор-столбцами, получаем

$$\begin{pmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_1 + \alpha_2 \\ \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 \\ \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \Rightarrow \begin{cases} \alpha_1 = 0, \\ \alpha_1 + \alpha_2 = 0, \\ \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 = 0, \\ \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4 = 0. \end{cases}$$

Совершая последовательные подстановки из первого уравнения во второе, из второго в третье и так далее, получаем, что

$$\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = \alpha_4 = 0,$$

что и доказывает линейную независимость данной системы вектор-столбцов. $\otimes$

Пример 2.3.6. Пусть

$$\left\{ \vec{a}_1, \vec{a}_2, \dots, \vec{a}_m, \vec{a}_{m+1}, \dots, \vec{a}_{n-1}, \vec{a}_n \right\}$$

– некоторая система векторов векторного пространства и пусть

$$\left\{ \vec{a}_1, \vec{a}_2, \dots, \vec{a}_m \right\},$$

– её максимальная по числу векторов линейно независимая подсистема.

Показать, что любой из векторов $\vec{a}_{m+1}, \dots, \vec{a}_{n-1}, \vec{a}_n$ можно выразить в виде разложения

по векторам подсистемы $\left\{ \vec{a}_1, \vec{a}_2, \dots, \vec{a}_m \right\}$.

Решение. Так как подсистема $\left\{ \vec{a}_1, \vec{a}_2, \dots, \vec{a}_m \right\}$ – максимальная по числу векторов

линейно независимая система, то добавляя к ней любой из оставшихся векторов, например, вектор

$\vec{a}_{m+1}$, получим уже линейно зависимую систему

$$\left\{ \vec{a}_1, \vec{a}_2, \dots, \vec{a}_m, \vec{a}_{m+1} \right\}.$$

Следовательно, можно подобрать такие не равные одновременно нулю числа

$\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_m, \alpha_{m+1}$, что выполняется равенство

$$\alpha_1 \vec{a}_1 + \alpha_2 \vec{a}_2 + \dots + \alpha_m \vec{a}_m + \alpha_{m+1} \vec{a}_{m+1} = \vec{0}.$$

В этом равенстве $\alpha_{m+1} \neq 0$ так как в противном случае имели бы равенство

$$\alpha_1 \vec{a}_1 + \alpha_2 \vec{a}_2 + \dots + \alpha_m \vec{a}_m = \vec{0},$$

в котором не все коэффициенты $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_m$ одновременно равны нулю. Но тогда система

векторов $\left\{ \vec{a}_1, \vec{a}_2, \dots, \vec{a}_m \right\}$ будет линейно зависимой, что противоречит условию задачи.

Из равенства

$$\alpha_1 \vec{a}_1 + \alpha_2 \vec{a}_2 + \dots + \alpha_m \vec{a}_m + \alpha_{m+1} \vec{a}_{m+1} = \vec{0}$$

следует, что

$$\vec{a}_{m+1} = -\frac{\alpha_1}{\alpha_{m+1}} \vec{a}_1 - \frac{\alpha_2}{\alpha_{m+1}} \vec{a}_2 - \dots - \frac{\alpha_m}{\alpha_{m+1}} \vec{a}_m.$$

Вводя обозначения

$$\beta_1 = -\frac{\alpha_1}{\alpha_{m+1}}, \beta_2 = -\frac{\alpha_2}{\alpha_{m+1}}, \dots, \beta_m = -\frac{\alpha_m}{\alpha_{m+1}},$$

получаем

$$\vec{a}_{m+1} = \beta_1 \vec{a}_1 + \beta_2 \vec{a}_2 + \dots + \beta_m \vec{a}_m,$$

что и доказывает сформулированное утверждение. $\otimes$

Пример 2.3.7. Дана система функций

$$\{e^t, e^{2t}, e^{3t}\}.$$

Показать, что эта система функций является линейно независимой в пространстве функций, непрерывных на промежутке $(-\infty, +\infty)$.

Решение. По определению линейной независимости условие

$$\alpha_1 e^t + \alpha_2 e^{2t} + \alpha_3 e^{3t} = 0 \quad (\forall t \in (-\infty, +\infty))$$

влечёт за собой выполнение условия $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = 0$.

Составим СЛАУ для коэффициентов $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$. Для этого положим в тождестве $t = 0$, получим

$$\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 = 0.$$

Дифференцируя тождество по t и полагая $t = 0$, получим

$$\alpha_1 + 2\alpha_2 + 3\alpha_3 = 0.$$

Дифференцируя тождество ещё раз и, снова полагая $t = 0$, получим

$$\alpha_1 + 4\alpha_2 + 9\alpha_3 = 0.$$

Объединяя полученные равенства в систему уравнений для неизвестных коэффициентов, получим

$$\begin{cases} \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 = 0, \\ \alpha_1 + 2\alpha_2 + 3\alpha_3 = 0, \\ \alpha_1 + 4\alpha_2 + 9\alpha_3 = 0. \end{cases}$$

Это однородная СЛАУ, применяя метод Гаусса, получаем единственное решение

$$\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = 0.$$

Таким образом, система функций $\{e^t, e^{2t}, e^{3t}\}$ является базисом подмножества функций, непрерывных на промежутке $(-\infty, +\infty)$. Поэтому множество функций вида

$$f(t) = \alpha e^t + \beta e^{2t} + \lambda e^{3t}$$

образует подпространство в пространстве таких функций. $\otimes$

Пример 2.3.8. Используя процедуру ортогонализации Шмидта, ортонормировать систему

векторов $\left\{ \vec{g}_1, \vec{g}_2, \vec{g}_3 \right\} \subset E^4$, заданных в некотором ортонормированном базисе

$\left\{ \vec{e}_1, \vec{e}_2, \vec{e}_3, \vec{e}_4 \right\} \subset E^4$ своими разложениями:

$$\vec{g}_1 = \vec{e}_1 + \vec{e}_2 + \vec{e}_3 + \vec{e}_4,$$

$$\vec{g}_2 = \vec{e}_1 + \vec{e}_2 - 3\vec{e}_3 - 3\vec{e}_4,$$

$$\vec{g}_3 = 4\vec{e}_1 + 3\vec{e}_2 + 0\vec{e}_3 - \vec{e}_4.$$

Р е ш е н и е. Для ортогонализации системы векторов

$$\left\{ \vec{g}_1, \vec{g}_2, \vec{g}_3 \right\} \subset E^4$$

воспользуемся формулами процедуры ортогонализации Шмидта.

Для этого положим

$$\vec{a}_1 = \vec{g}_1,$$

то есть

$$\vec{a}_1 = \vec{e}_1 + \vec{e}_2 + \vec{e}_3 + \vec{e}_4.$$

Далее имеем:

$$\begin{aligned} \vec{a}_2 &= \vec{g}_2 - \frac{\left(\vec{a}_1, \vec{g}_2 \right)}{\left\| \vec{a}_1 \right\|^2} \vec{a}_1 = \vec{e}_1 + \vec{e}_2 - 3\vec{e}_3 - 3\vec{e}_4 - \\ &- \frac{1}{4}(-4) \left(\vec{e}_1 + \vec{e}_2 + \vec{e}_3 + \vec{e}_4 \right) = 2\vec{e}_1 + 2\vec{e}_2 - 2\vec{e}_3 - 2\vec{e}_4; \\ \vec{a}_3 &= \vec{g}_3 - \frac{\left(\vec{a}_1, \vec{g}_3 \right)}{\left\| \vec{a}_1 \right\|^2} \vec{a}_1 - \frac{\left(\vec{a}_2, \vec{g}_3 \right)}{\left\| \vec{a}_2 \right\|^2} \vec{a}_2 = \\ &= 4\vec{e}_1 + 3\vec{e}_2 - \vec{e}_4 - \frac{3}{2} \left(\vec{e}_1 + \vec{e}_2 + \vec{e}_3 + \vec{e}_4 \right) - \\ &- \left(2\vec{e}_1 + 2\vec{e}_2 - 2\vec{e}_3 - 2\vec{e}_4 \right) = \frac{1}{2}\vec{e}_1 - \frac{1}{2}\vec{e}_2 + \frac{1}{2}\vec{e}_3 - \frac{1}{2}\vec{e}_4. \end{aligned}$$

Для получения ортонормированной системы, векторы системы нормируем:

$$\vec{e}_{a1} = \frac{1}{2} \left(\vec{e}_1 + \vec{e}_2 + \vec{e}_3 + \vec{e}_4 \right);$$

$$\vec{e}_{a2} = \frac{1}{4} \left(2\vec{e}_1 + 2\vec{e}_2 - 2\vec{e}_3 - 2\vec{e}_4 \right);$$

$$\vec{e}_{a3} = \frac{1}{2}\vec{e}_1 - \frac{1}{2}\vec{e}_2 + \frac{1}{2}\vec{e}_3 - \frac{1}{2}\vec{e}_4.$$

Прямой проверкой убеждаемся, что система векторов $\left\{ \vec{e}_{a1}, \vec{e}_{a2}, \vec{e}_{a3} \right\}$ ортонормиро-

ванная. $\otimes$

Пример 2.3.9. Показать, что линейная оболочка $L\left\{ \vec{g}_1, \vec{g}_2 \right\}$, где элементы L вычисля-

ются по формулам

$$\vec{g}_1 = \alpha_1 \cdot \sin x + \beta_1 \cdot \cos x, \quad \vec{g}_2 = \alpha_2 \cdot \sin x + \beta_2 \cdot \cos x,$$

а скалярное произведение определено формулой

$$\left(\vec{g}_1, \vec{g}_2 \right) = \alpha_1 \cdot \alpha_2 + \beta_1 \cdot \beta_2 + \frac{1}{2} \cdot (\alpha_1 \cdot \beta_2 + \alpha_2 \cdot \beta_1),$$

является двумерным линейным многообразием с ортонормированным базисом

$$\vec{e}_1 = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \sin x + \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \cos x, \quad \vec{e}_2 = \sin x - \cos x.$$

Решение. Находим скалярное произведение и скалярные квадраты векторов предполагаемого базиса:

$$\left(\vec{e}_1, \vec{e}_1 \right) = \frac{1}{3} + \frac{1}{3} + \frac{1}{3} = 1;$$

$$\left(\vec{e}_1, \vec{e}_2 \right) = \frac{1}{\sqrt{3}} - \frac{1}{\sqrt{3}} + \frac{1}{2} \cdot \left(-\frac{1}{\sqrt{3}} + \frac{1}{\sqrt{3}} \right) = 0;$$

$$\left(\vec{e}_2, \vec{e}_2 \right) = 1 + 1 + \frac{1}{2} \cdot (-1 - 1) = 2 - 1 = 1.$$

Видим, что система векторов $\left\{ \begin{matrix} \vec{e}_1, & \vec{e}_2 \end{matrix} \right\}$ является ортонормированной и, следовательно, её можно

принять за один из базисов линейного многообразия L . $\otimes$

Пример 2.3.10. Пусть X – множество ведущих радиус-векторов точек прямой линии. Операции в этом множестве введены обычным образом. Выяснить, является ли это множество векторным подпространством евклидова пространства R^2 .

Решение. 1) Пусть прямая не проходит через начало системы координат (рисунок 3.1).

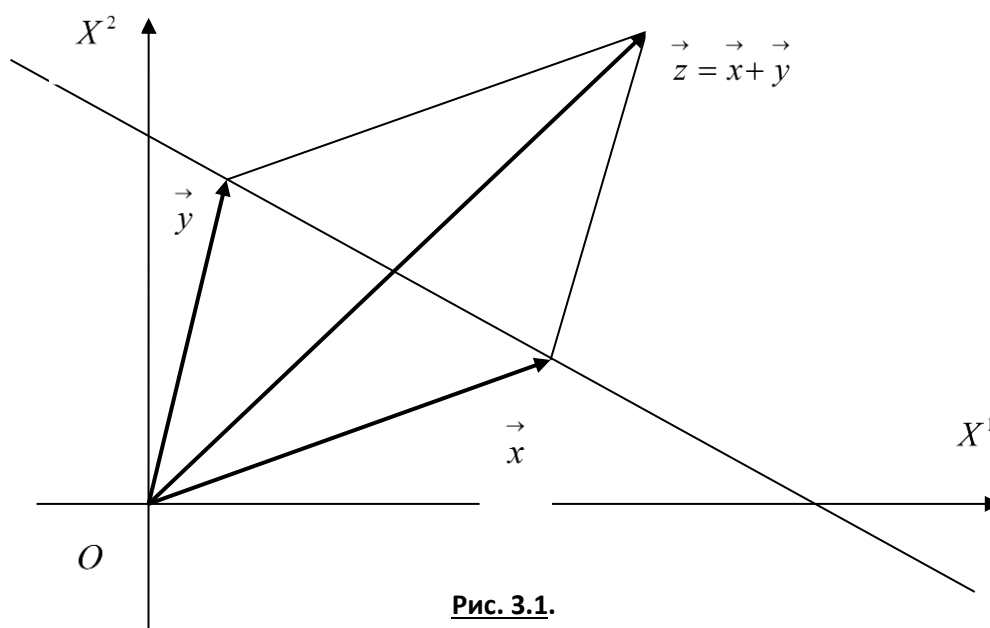


Рис. 3.1.

Очевидно, что сумма двух произвольных ведущих векторов точек прямой линии не принадлежит множеству X , так как конечная точка радиус-вектора их суммы не лежит на данной прямой линии. Следовательно, операция сложения векторов в данном случае не является алгебраической. Множество X не является векторным подпространством пространства R^2 .

2) Если прямая линия проходит через начало системы координат, то очевидно, что сумма двух произвольных ведущих векторов точек прямой линии принадлежит множеству X и, следовательно, операция сложения векторов в данном случае является алгебраической. Множество X является векторным подпространством пространства R^2 . $\otimes$

Пример 2.3.11. Дана система функций

$$\{\cos t, \sin t, \sin 2t\}.$$

Показать, что множество функций вида

$$f(t) = \alpha \cos t + \beta \sin t + \lambda \sin 2t,$$

где $\alpha, \beta, \lambda \in \mathbb{R}^1$, является подпространством векторного пространства функций, непрерывных на промежутке $(-\pi, \pi)$.

Решение. Покажем сначала, что система функций

$$\{\cos t, \sin t, \sin 2t\}$$

является линейно независимой на промежутке $(-\pi, \pi)$.

В соответствие с определением линейной независимости потребуем выполнения условия

$$\alpha_1 \cos t + \alpha_2 \sin t + \alpha_3 \sin 2t = 0.$$

При различных значениях $t \in (-\pi, \pi)$ получаем бесконечное множество систем линейных алгебраических уравнений. Положим, например,

$$t = 0, t = \frac{\pi}{6}, t = \frac{\pi}{4}.$$

Тогда имеем систему уравнений

$$\begin{cases} \alpha_1 = 0, \\ \frac{\sqrt{3}}{2} \alpha_1 + \frac{1}{2} \alpha_2 + \frac{\sqrt{3}}{2} \alpha_3 = 0, \\ \frac{\sqrt{2}}{2} \alpha_1 + \frac{\sqrt{2}}{2} \alpha_2 + \alpha_3 = 0. \end{cases}$$

Это однородная система уравнений. Решая СЛАУ методом Гаусса, получаем

$$\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = 0.$$

Поэтому система функций $\{\cos t, \sin t, \sin 2t\}$ линейно независима на промежутке $(-\pi, \pi)$.

Легко видеть, что любая функция вида

$$f(t) = \alpha \cos t + \beta \sin t + \lambda \sin 2t$$

является линейной комбинацией функций системы $\{\cos t, \sin t, \sin 2t\}$, что и доказывает требуемой. $\otimes$

Пример 2.3.12. Показать, что система векторов

$$\left\{ \vec{a}_1, \vec{a}_2 \right\} \subset E^4,$$

заданных в некотором ортонормированном базисе евклидова пространства E^4

$$\left\{ \vec{e}_1, \vec{e}_2, \vec{e}_3, \vec{e}_4 \right\} \subset E^4$$

разложениями

$$\begin{aligned} \vec{a}_1 &= a_1^1 \vec{e}_1 + a_1^2 \vec{e}_2 + a_1^3 \vec{e}_3 + a_1^4 \vec{e}_4 = \vec{e}_1 - \vec{e}_2 + \vec{e}_3 - \vec{e}_4, \\ \vec{a}_2 &= a_2^1 \vec{e}_1 + a_2^2 \vec{e}_2 + a_2^3 \vec{e}_3 + a_2^4 \vec{e}_4 = \vec{e}_1 + \vec{e}_2 + \vec{e}_3 + \vec{e}_4, \end{aligned} \quad (1)$$

линейно независима. Дополнить систему до ортонормированного базиса всего пространства E^4 .

Решение. Находим значение скалярного произведения:

$$\left(\vec{a}_1, \vec{a}_2 \right) = \left(\vec{e}_1 - \vec{e}_2 + \vec{e}_3 - \vec{e}_4, \vec{e}_1 + \vec{e}_2 + \vec{e}_3 + \vec{e}_4 \right) = 0.$$

Следовательно, система векторов $\left\{ \vec{a}_1, \vec{a}_2 \right\}$ ортогональна.

Для того чтобы дополнить эту систему до ортогонального базиса пространства евклидова E^4 , найдём векторы

$$\vec{x} = x^1 \vec{e}_1 + x^2 \vec{e}_2 + x^3 \vec{e}_3 + x^4 \vec{e}_4$$

такие, чтобы выполнялись условия

$$\begin{cases} \left(\vec{x}, \vec{a}_1 \right) = 0, \\ \left(\vec{x}, \vec{a}_2 \right) = 0. \end{cases} \quad (2)$$

Из условий (2) получаем СЛАУ:

$$\begin{cases} x^1 - x^2 + x^3 - x^4 = 0, \\ x^1 + x^2 + x^3 + x^4 = 0. \end{cases} \quad (3)$$

Решаем СЛАУ (3) методом Гаусса, принимая X^3 и X^4 за свободные неизвестные, то есть, например, полагая $X^3 = a$ и $X^4 = b$. Полученное решение СЛАУ (3) записывается в виде

$$|X\rangle = \begin{pmatrix} X^1 \\ X^2 \\ X^3 \\ X^4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -a \\ -b \\ a \\ b \end{pmatrix} = a \begin{pmatrix} -1 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} + b \begin{pmatrix} 0 \\ -1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}, \quad (4)$$

или

$$\vec{X} = a \vec{a}_3 + b \vec{a}_4,$$

где векторы фундаментальной системы решений

$$\vec{a}_3 = -\vec{e}_1 + 0\vec{e}_2 + \vec{e}_3 + 0\vec{e}_4,$$

$$\vec{a}_4 = 0\vec{e}_1 - \vec{e}_2 + 0\vec{e}_3 + \vec{e}_4.$$

Легко проверяется, что фундаментальная система $\left\{ \vec{a}_3, \vec{a}_4 \right\}$ ортогональна и в совокупно-

сти с векторами $\left\{ \vec{a}_1, \vec{a}_2 \right\}$ также образует ортогональную систему $\left\{ \vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3, \vec{a}_4 \right\}$. Для

получения ортонормированного базиса пространства E^4 нормируем векторы этой системы:

$$\vec{h}_1 = \frac{\vec{a}_1}{\|\vec{a}_1\|} = \frac{1}{2} \left(\vec{e}_1 - \vec{e}_2 + \vec{e}_3 - \vec{e}_4 \right);$$

$$\vec{h}_2 = \frac{\vec{a}_2}{\|\vec{a}_2\|} = \frac{1}{2} \left(\vec{e}_1 + \vec{e}_2 + \vec{e}_3 + \vec{e}_4 \right);$$

$$\vec{h}_3 = \frac{\vec{a}_3}{\|\vec{a}_3\|} = \frac{1}{\sqrt{2}} \left(-\vec{e}_1 + \vec{e}_3 \right);$$

$$\vec{h}_4 = \frac{\vec{a}_4}{\|\vec{a}_4\|} = \frac{1}{\sqrt{2}} \left(-\vec{e}_2 + \vec{e}_4 \right).$$

Прямой проверкой убеждаемся, что система векторов $\left\{ \vec{h}_1, \vec{h}_2, \vec{h}_3, \vec{h}_4 \right\}$ ортонормиро-

вана. $\otimes$

Пример 2.3.13. В евклидовом пространстве E^4 в некотором ортонормированном базисе

$$\left\{ \vec{e}_1, \vec{e}_2, \vec{e}_3, \vec{e}_4 \right\} \subset E^4$$

задана система векторов:

$$\vec{a}_1 = \vec{e}_1 + 2\vec{e}_2 - 3\vec{e}_3 + \vec{e}_4, \quad \vec{a}_2 = -3\vec{e}_1 + 4\vec{e}_2 + 3\vec{e}_3 - 5\vec{e}_4.$$

1) Выяснить, можно ли на векторах этой системы как на направляющих векторах построить подпространство H^2 пространства E^4 . Если это возможно, то написать параметрические уравнения подпространства H^2 .

2) Найти базис $\left\{ \vec{a}_3, \vec{a}_4 \right\}$ и построить ортогональное дополнение $H^{2\perp}$ к подпростран-

ству H^2 , записать параметрические уравнения ортогонального дополнения $H^{2\perp}$.

Р е ш е н и е. 1) Координаты векторов системы $\left\{ \vec{a}_1, \vec{a}_2 \right\}$ непропорциональны – векторы

неколлинеарны. Следовательно, система векторов $\left\{ \vec{a}_1, \vec{a}_2 \right\}$ линейно независимая. Векторы си-

стемы могут служить одним из базисов (быть направляющими векторами) линейного двумерного

многообразия. Векторное параметрическое уравнение такого многообразия в общем случае имеет вид

$$\vec{x} = \vec{x}_0 + t_1 \vec{a}_1 + t_2 \vec{a}_2,$$

где $\vec{x}_0$ – вектор сдвига многообразия. Если $\vec{x}_0 = \vec{0}$, то многообразие превращается в подпространство. В последнем случае ведущий вектор точек этого многообразия превращается в текущий вектор подпространства и представляется в виде:

$$\vec{x} = t_1 \vec{a}_1 + t_2 \vec{a}_2.$$

Откуда имеем параметрические уравнения подпространства:

$$\begin{cases} x^1 = t_1 - 3t_2, \\ x^2 = 2t_1 + 4t_2, \\ x^3 = -3t_1 + 3t_2, \\ x^4 = t_1 - 5t_2. \end{cases}$$

Таким образом, подпространство является, очевидно, двумерной плоскостью, проходящей через начало системы координат.

2) Пусть

$$\vec{x} = x^1 \vec{e}_1 + x^2 \vec{e}_2 + x^3 \vec{e}_3 + x^4 \vec{e}_4$$

– произвольный вектор из ортогонального дополнения $H^\perp$. Так как система $\left\{ \vec{a}_1, \vec{a}_2 \right\}$ – базис

подпространства H , то должны выполняться условия

$$\begin{cases} \left(\vec{a}_1, \vec{x} \right) = 0, \\ \left(\vec{a}_2, \vec{x} \right) = 0. \end{cases}$$

Эти условия приводят к СЛАУ

$$\begin{cases} x^1 + 2x^2 - 3x^3 + x^4 = 0, \\ -3x^1 + 4x^2 + 3x^3 - 5x^4 = 0. \end{cases}$$

Применение метода Гаусса приводит к следующему результату: СЛАУ совместна и неопределённая, а множество её решений выражается следующей формулой

$$\begin{pmatrix} x^1 \\ x^2 \\ x^3 \\ x^4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{9}{5}a - \frac{7}{5}b \\ \frac{3}{5}a + \frac{1}{5}b \\ a \\ b \end{pmatrix} = a \begin{pmatrix} \frac{9}{5} \\ \frac{3}{5} \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} + b \begin{pmatrix} -\frac{7}{5} \\ \frac{1}{5} \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix},$$

где a и b – свободные неизвестные. Следовательно, имеем векторное подпространство с направляющими векторами

$$\vec{a}_3 = \frac{9}{5}\vec{e}_1 + \frac{3}{5}\vec{e}_2 + \vec{e}_3, \quad \vec{a}_4 = -\frac{7}{5}\vec{e}_1 + \frac{1}{5}\vec{e}_2 + \vec{e}_4.$$

Нетрудно проверить, что полученные векторы $\left\{ \vec{a}_3, \vec{a}_4 \right\}$ образуют линейно независимую

систему, а любая их линейная комбинация ортогональна любой линейной комбинации векторов

$$\left\{ \vec{a}_1, \vec{a}_2 \right\}.$$

Следовательно, на этих векторах можно построить ортогональное дополнение $H^{2\perp}$, параметрические уравнения которого имеют вид, аналогичный параметрическим уравнениям подпространства H^2 :

$$\begin{cases} x^1 = \frac{9}{5}\tau_1 - \frac{7}{5}\tau_2, \\ x^2 = \frac{3}{5}\tau_1 + \frac{1}{5}\tau_2, \\ x^3 = \tau_1, \\ x^4 = \tau_2. \end{cases} \otimes$$

Пример 2.3.14. В аффинном пространстве A^4 координатами относительно репера

$$\left\{ O, \vec{e}_1, \vec{e}_2, \vec{e}_3, \vec{e}_4 \right\} \text{ заданы четыре точки:}$$

$$A_1(1; 4; 2; 0), A_2(3; 7; 3; 2), A_3(2; 6; 3; -1), A_4(1; 4; 5; 2).$$

Получить уравнения гиперплоскости, проходящей через заданные точки.

Р е ш е н и е. Обозначим точку A_1 через $O^* \equiv A_1$ и примем её за начало репера на гиперплоскости $H^3 \subset A^4$.

Рассмотрим векторы:

$$\begin{aligned}\vec{a}_1 &= O^* A_2 = 2\vec{e}_1 + 3\vec{e}_2 + \vec{e}_3 + 2\vec{e}_4, \\ \vec{a}_2 &= O^* A_3 = \vec{e}_1 + 2\vec{e}_2 + \vec{e}_3 - \vec{e}_4, \\ \vec{a}_3 &= O^* A_4 = 3\vec{e}_3 + 2\vec{e}_4.\end{aligned}\tag{1}$$

Требуя, чтобы для линейной комбинации этих векторов выполнялось условие

$$\alpha_1 \vec{a}_1 + \alpha_2 \vec{a}_2 + \alpha_3 \vec{a}_3 = \vec{0},$$

решая вытекающую из этого условия СЛАУ для неопределённых коэффициентов $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ методом Гаусса, выясняем, что данное условие выполняется только при $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = 0$. Из

этого результата заключаем, что система векторов $\left\{ \vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3 \right\}$ линейно независима и её

можно выбрать в качестве базиса репера

$$\left\{ O^*, \vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3 \right\}$$

на гиперплоскости $H^3 \subset A^4$.

Пусть $M(x^1; x^2; x^3; x^4)$ – текущая точка гиперплоскости, координаты которой определены относительно репера $\left\{ O, \vec{e}_1, \vec{e}_2, \vec{e}_3, \vec{e}_4 \right\}$ вмещающего пространства A^4 . Тогда её

радиус-векторы $\vec{OM}$ относительно репера $\left\{ O, \vec{e}_1, \vec{e}_2, \vec{e}_3, \vec{e}_4 \right\}$ пространства A^4 и

$\vec{O^*M}$ относительно репера $\left\{ \vec{O^*}, \vec{a_1}, \vec{a_2}, \vec{a_3} \right\}$ гиперплоскости $H^3 \subset A^4$ могут быть, со-

ответственно, представлены в виде разложений:

$$\begin{aligned} \vec{x} \equiv \vec{OM} &= x^1 \vec{e_1} + x^2 \vec{e_2} + x^3 \vec{e_3} + x^4 \vec{e_4}, \\ \vec{O^*M} &= t_1 \vec{a_1} + t_1 \vec{a_2} + t_1 \vec{a_3}. \end{aligned} \quad (2)$$

Векторное уравнение гиперплоскости имеет вид:

$$\vec{x} = \vec{x_0} + \vec{O^*M}, \quad (3)$$

где

$$\vec{x_0} \equiv \vec{OO^*} = \vec{e_1} + 4\vec{e_2} + 2\vec{e_3}. \quad (4)$$

Подставляя (1), (2) и (4) в (3), получаем *параметрические уравнения*

$$\begin{cases} x^1 = 1 + 2t_1 + t_2, \\ x^2 = 4 + 3t_1 + 2t_2, \\ x^3 = 2 + t_1 + t_2 + 3t_3, \\ x^4 = 2t_1 - t_2 + 2t_3, \end{cases} \quad (5)$$

гиперплоскости $H^3 \subset A^4$. Для получения неявного уравнения гиперплоскости выразим три параметра t_1, t_2, t_3 из первых трёх уравнений (5), решая СЛАУ

$$\begin{cases} 2t_1 + t_2 = x^1 - 1, \\ 3t_1 + 2t_2 = x^2 - 4, \\ t_1 + t_2 + 3t_3 = x^3 - 2 \end{cases} \quad (6)$$

методом Гаусса, и подставим их в четвёртое уравнение. В процессе решения устанавливаем, что СЛАУ совместна и имеет единственное решение:

$$\begin{aligned} t_1 &= 2x^1 - x^2 + 2; \\ t_2 &= -3x^1 + 2x^2 - 5; \end{aligned}$$

$$t_3 = \frac{1}{3}x^1 - \frac{1}{3}x^2 + \frac{1}{3}x^3 + \frac{1}{3}.$$

Подстановка в четвёртое из уравнений (5) приводит к неявному уравнению гиперплоскости

$H^3 \subset A^4$, проходящей через заданные четыре точки:

$$23x^1 - 14x^2 + 2x^3 - 3x^4 + 29 = 0. \otimes$$

Практическое занятие 4. Линейные операторы, матрицы,

определители и СЛАУ

Предварительные сведения

Оператор – это отображение $\hat{A}: X^m \rightarrow Y^n$. Оператор называется линейным, если $(\forall \alpha, \beta \in R^1) \wedge \left(\forall \vec{x}, \vec{y} \in X^m \right): \hat{A}(\alpha \vec{x} + \beta \vec{y}) = \alpha \hat{A}\vec{x} + \beta \hat{A}\vec{y}$.

При фиксированных базисах в

$$\left\{ \vec{e}_1, \vec{e}_2, \dots, \vec{e}_m \right\} \subset X^m \text{ и } \left\{ \vec{g}_1, \vec{g}_2, \dots, \vec{g}_n \right\} \subset Y^n$$

линейный оператор имеет своим представителем **матрицу**:

$$\begin{pmatrix} a_1^1 & a_2^1 & \dots & a_m^1 \\ a_1^2 & a_2^2 & \dots & a_m^2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_1^n & a_2^n & \dots & a_m^n \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x^1 \\ x^2 \\ \dots \\ x^m \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} y^1 \\ y^2 \\ \dots \\ y^n \end{pmatrix}.$$

Элементы матрицы по столбцам находятся как коэффициенты разложения образов $\vec{y} \in Y^n$ векторов $\vec{x} \in X^m$ по базису пространства Y^n .

Действия с линейными операторами определяются следующим образом. Если

$$\hat{A}: X^m \rightarrow Y^n, \hat{B}: X^m \rightarrow Y^n,$$

то

$$\hat{C} \stackrel{\text{def}}{=} \hat{A} + \hat{B} \Leftrightarrow \left(\forall \vec{x} \in X^m \right) \hat{C}\vec{x} = \hat{A}\vec{x} + \hat{B}\vec{x}.$$

Матричные элементы матрицы суммы операторов вычисляются по формуле $c_j^i = a_j^i + b_j^i$.

Произведение оператора на число

$$\hat{T} = \alpha \hat{A} \Leftrightarrow \left(\forall \vec{x} \in X^m \right) \hat{C} \vec{x} = \alpha \left(\hat{A} \vec{x} \right).$$

Матричные элементы матрицы произведения на число вычисляются по формуле $c_j^i = \alpha a_j^i$.

Если $\hat{A}: X^m \rightarrow Y^n$ и $\hat{B}: X^m \rightarrow Y^n$, то композиция операторов $\hat{C} = \hat{B} \circ \hat{A}$:

$$\hat{C} \vec{x} \stackrel{\text{def}}{=} \left(\hat{B} \hat{A} \right) \vec{x} = \hat{B} \left(\hat{A} \vec{x} \right).$$

Элементы матрицы композиции линейных операторов находятся по формуле

$$c_k^i = \sum_{j=1}^n b_j^i a_k^j.$$

Формула разложения определителя матрицы оператора $\hat{A}: X^n \rightarrow X^n$ по элементам любой строки или любого столбца определителя, например для столбца с номером k , имеет вид:

$$\begin{aligned} \det A &= \sum_{i=1}^n (-1)^{i+k} a_k^i M_k^i = \\ &= (-1)^{1+k} a_k^1 M_k^1 + (-1)^{2+k} a_k^2 M_k^2 + \dots + (-1)^{n+k} a_k^n M_k^n. \end{aligned}$$

Примеры с решением

Пример 2.4.1. В пространстве R^3 оператор $\hat{P}$ действует по правилу

$$\left(\forall \vec{x} \in R^3 \right) \hat{P} \vec{x} = x^1 \vec{e}_1,$$

то есть ставит в соответствие произвольному вектору $\vec{x}$ его координатную проекцию на ось OX^1 . Показать, что оператор линейный и найти его матрицу.

Решение. покажем, что оператор линейный. По определению для линейного оператора справедливо равенство:

$$\hat{P} \left(\alpha_1 \vec{x}_1 + \alpha_2 \vec{x}_2 \right) = \alpha_1 \hat{P} \vec{x}_1 + \alpha_2 \hat{P} \vec{x}_2.$$

Проверим его выполнение для заданного оператора:

$$\begin{aligned}
& \hat{P} \left(\alpha_1 \vec{x}_1 + \alpha_2 \vec{x}_2 \right) = \\
& = \hat{P} \left[\alpha_1 \left(x_1^1 \vec{e}_1 + x_1^2 \vec{e}_2 + x_1^3 \vec{e}_3 \right) + \alpha_2 \left(x_2^1 \vec{e}_1 + x_2^2 \vec{e}_2 + x_2^3 \vec{e}_3 \right) \right] = \\
& = \hat{P} \left[\left(\alpha_1 x_1^1 + \alpha_2 x_2^1 \right) \vec{e}_1 + \left(\alpha_1 x_1^2 + \alpha_2 x_2^2 \right) \vec{e}_2 + \left(\alpha_1 x_1^3 + \alpha_2 x_2^3 \right) \vec{e}_3 \right] = \\
& = \left(\alpha_1 x_1^1 + \alpha_2 x_2^1 \right) \vec{e}_1 = \alpha_1 x_1^1 \vec{e}_1 + \alpha_2 x_2^1 \vec{e}_1 = \alpha_1 \hat{P} \vec{x}_1 + \alpha_2 \hat{P} \vec{x}_2.
\end{aligned}$$

Определение выполняется и оператор $\hat{P}$ линейный.

Действуя оператором $\hat{P}$ последовательно на базисные векторы, получаем:

$$\begin{aligned}
\hat{P} \vec{e}_1 &= 1 \cdot \vec{e}_1 = \vec{e}_1 + 0 \cdot \vec{e}_2 + 0 \cdot \vec{e}_3, \\
\hat{P} \vec{e}_2 &= 0 \cdot \vec{e}_1 = 0 \cdot \vec{e}_1 + 0 \cdot \vec{e}_2 + 0 \cdot \vec{e}_3, \\
\hat{P} \vec{e}_3 &= 0 \cdot \vec{e}_1 = 0 \cdot \vec{e}_1 + 0 \cdot \vec{e}_2 + 0 \cdot \vec{e}_3.
\end{aligned}$$

Теперь матрица оператора принимает следующий вид:

$$P = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}.$$

Оператор $\hat{P}$ называется *оператором ортогонального проектирования на ось OX^1* . $\otimes$

Пример 2.4.2. Показать, что оператор $\hat{A}: R^3 \rightarrow R^3$, действующий по правилу

$$\left(\forall \vec{x} \in R^3 \right) \hat{A} \vec{x} = \left[\vec{a}, \left[\vec{x}, \vec{b} \right] \right],$$

где фиксированные векторы $\vec{a}$ и $\vec{b}$ заданы своими разложениями

$$\vec{a} = 2 \vec{e}_1 + 4 \vec{e}_2 - \vec{e}_3, \quad \vec{b} = \vec{e}_1 - \vec{e}_2 + \vec{e}_3$$

по каноническому базису, является линейным, и найти его матрицу.

Р е ш е н и е. Из свойств векторного произведения следует, что:

$$\begin{aligned}\hat{A}\left(\alpha \vec{x} + \beta \vec{y}\right) &= \left[\vec{a}, \left[\alpha \vec{x} + \beta \vec{y}, \vec{b}\right]\right] = \left[\vec{a}, \alpha \left[\vec{x}, \vec{b}\right] + \beta \left[\vec{y}, \vec{b}\right]\right] = \\ &= \alpha \left[\vec{a}, \left[\vec{x}, \vec{b}\right]\right] + \beta \left[\vec{a}, \left[\vec{y}, \vec{b}\right]\right] = \alpha \hat{A}\vec{x} + \beta \hat{A}\vec{y}.\end{aligned}$$

Матрицу оператора определяем, находя образы базисных векторов. При этом возможны три варианта решения:

- 1) использовать свойства векторного произведения;
- 2) использовать формулу для вычисления векторного произведения;
- 3) использовать для двойного векторного произведения формулу

$$\left[\vec{A}, \left[\vec{B}, \vec{C}\right]\right] = \vec{B}\left(\vec{A}, \vec{C}\right) - \vec{C}\left(\vec{A}, \vec{B}\right).$$

Используем второй вариант решения, находя векторное произведение

$$\hat{A}\vec{e}_k = \left[\vec{a}, \left[\vec{e}_k, \vec{b}\right]\right]$$

по формуле

$$\left[\vec{x}, \vec{y}\right] = (x^2 y^3 - x^3 y^2) \vec{e}_1 + (x^3 y^1 - x^1 y^3) \vec{e}_2 + (x^1 y^2 - x^2 y^1) \vec{e}_3.$$

Пусть $k = 1$, тогда получаем:

$$\left[\vec{e}_1, \vec{b}\right] = (0 \cdot 1 - 0 \cdot (-1)) \vec{e}_1 + (0 \cdot 1 - 1 \cdot 1) \vec{e}_2 + (1 \cdot (-1) - 0 \cdot 1) \vec{e}_3 = -\vec{e}_2 - \vec{e}_3.$$

Далее имеем:

$$\hat{A}\vec{e}_1 = \left[\vec{a}, \left[\vec{e}_1, \vec{b}\right]\right] = -5 \vec{e}_1 + 2 \vec{e}_2 - 2 \vec{e}_3.$$

Аналогично находим:

$$\hat{A}\vec{e}_2 = \left[\vec{a}, \left[\vec{e}_2, \vec{b}\right]\right] = -4 \vec{e}_1 + \vec{e}_2 - 4 \vec{e}_3,$$

$$\hat{A} \vec{e}_3 = \left[\vec{a}, \left[\vec{e}_3, \vec{b} \right] \right] = \vec{e}_1 - \vec{e}_2 - 2\vec{e}_3.$$

Матрица оператора имеет вид:

$$A = \begin{pmatrix} -5 & -4 & 1 \\ 2 & 1 & -1 \\ -2 & -4 & -2 \end{pmatrix}. \otimes$$

Пример 2.4.3. Показать, что если $\left\{ \vec{x}_1, \vec{x}_2, \dots, \vec{x}_m \right\} \subset X^n$ – линейно зависящая система векторов, то и система образов $\left\{ \hat{A} \vec{x}_1, \hat{A} \vec{x}_2, \dots, \hat{A} \vec{x}_m \right\} \subset X^n$ при действии линей-

ного оператора $\hat{A}: X^n \rightarrow X^n$ также линейно зависящая.

Решение. Составим справедливое в силу линейной зависимости системы векторов равенство

$$\alpha_1 \vec{x}_1 + \alpha_2 \vec{x}_2 + \dots + \alpha_m \vec{x}_m = \vec{0},$$

где не все коэффициенты $\{\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_m\}$ равны нулю одновременно. Действуя на обе части

последнего равенства оператором $\hat{A}$, в силу его линейности получаем:

$$\alpha_1 \hat{A} \vec{x}_1 + \alpha_2 \hat{A} \vec{x}_2 + \dots + \alpha_m \hat{A} \vec{x}_m = \vec{0},$$

Так как среди коэффициентов $\{\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_m\}$ есть ненулевые, то система образов

$$\left\{ \hat{A} \vec{x}_1, \hat{A} \vec{x}_2, \dots, \hat{A} \vec{x}_m \right\}$$

линейно зависима. $\otimes$

Пример 2.4.4. Показать, что если система

$$\left\{ \hat{A} \vec{x}_1, \hat{A} \vec{x}_2, \dots, \hat{A} \vec{x}_m \right\} \subset X^n$$

образов векторов системы

$$\left\{ \vec{x}_1, \vec{x}_2, \dots, \vec{x}_m \right\} \subset X^n$$

при действии оператора $\hat{A}: X^n \rightarrow X^n$ линейно независимая, то и сама система $\left\{ \vec{x}_1, \vec{x}_2, \dots, \vec{x}_m \right\} \subset X^n$ также линейно независима.

Решение. Для системы векторов $\left\{ \vec{x}_1, \vec{x}_2, \dots, \vec{x}_m \right\}$ потребуем выполнения равенства

нуль вектору линейной комбинации, предполагая, что не все коэффициенты её равны нулю одновременно

$$\alpha_1 \vec{x}_1 + \alpha_2 \vec{x}_2 + \dots + \alpha_m \vec{x}_m = \vec{0},$$

то есть предположим, что система $\left\{ \vec{x}_1, \vec{x}_2, \dots, \vec{x}_m \right\}$ линейно зависима.

Действуя на обе части равенства оператором $\hat{A}$, получим

$$\alpha_1 \hat{A} \vec{x}_1 + \alpha_2 \hat{A} \vec{x}_2 + \dots + \alpha_m \hat{A} \vec{x}_m = \vec{0},$$

где в силу линейной независимости системы образов векторов

$$\left\{ \hat{A} \vec{x}_1, \hat{A} \vec{x}_2, \dots, \hat{A} \vec{x}_m \right\}$$

выполняется условие

$$\alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_m = 0.$$

Следовательно, предположение о линейной зависимости системы векторов

$$\left\{ \vec{x}_1, \vec{x}_2, \dots, \vec{x}_m \right\}$$

неверное. Система линейно независима. $\otimes$

Пример 2.4.5. Пусть $\vec{x} \in R^3$ – произвольный вектор. Вычислить коммутатор

$$\left[\hat{A}, \hat{B} \right] \vec{x} \equiv \left(\hat{A} \hat{B} - \hat{B} \hat{A} \right) \vec{x}$$

операторов $\hat{A}: R^3 \rightarrow R^3$ и $\hat{B}: R^3 \rightarrow R^3$, представленных в каноническом базисе пространства R^3 своими матрицами

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 4 & 6 \\ 5 & 2 & 1 \\ 1 & 0 & 3 \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} 0 & 2 & 4 \\ 2 & 2 & 3 \\ 4 & 2 & 0 \end{pmatrix}.$$

Р е ш е н и е. Коммутатор операторов – коммутатор их матриц, равен:

$$\begin{aligned} AB - BA &= \begin{pmatrix} 1 & 4 & 6 \\ 5 & 2 & 1 \\ 1 & 0 & 3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 & 2 & 4 \\ 2 & 2 & 3 \\ 4 & 2 & 0 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 0 & 2 & 4 \\ 2 & 2 & 3 \\ 4 & 2 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 4 & 6 \\ 5 & 2 & 1 \\ 1 & 0 & 3 \end{pmatrix} = \\ &= \begin{pmatrix} 32 & 22 & 16 \\ 8 & 16 & 26 \\ 12 & 8 & 4 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 14 & 4 & 14 \\ 15 & 12 & 23 \\ 14 & 20 & 26 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 18 & 18 & 2 \\ -7 & 4 & 3 \\ -2 & -12 & -22 \end{pmatrix} \end{aligned}$$

Находим коммутатор операторов – результат воздействия оператора $\hat{A} \hat{B} - \hat{B} \hat{A}$ на произвольный вектор $\vec{x} \in R^3$, для чего находим координаты образа вектора:

$$(AB - BA) \vec{x} = \begin{pmatrix} 18 & 18 & 2 \\ -7 & 4 & 3 \\ -2 & -12 & -22 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x^1 \\ x^2 \\ x^3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 18x^1 + 18x^2 + 2x^3 \\ -7x^1 + 4x^2 + 3x^3 \\ -2x^1 - 12x^2 - 22x^3 \end{pmatrix}.$$

Теперь образ вектора равен:

$$\begin{aligned} \left[\hat{A}, \hat{B} \right] \vec{x} &= \left(\hat{A} \hat{B} - \hat{B} \hat{A} \right) \vec{x} = (18x^1 + 18x^2 + 2x^3) \vec{e}_1 + \\ &+ (-7x^1 + 4x^2 + 3x^3) \vec{e}_2 + (-2x^1 - 12x^2 - 22x^3) \vec{e}_3. \otimes \end{aligned}$$

Пример 2.4.6. В каноническом базисе трёхмерного пространства R^3 действия операторов

$\hat{A}: R^3 \rightarrow R^3$ и $\hat{B}: R^3 \rightarrow R^3$ на произвольный вектор $\vec{X} \in R^3$ заданы соотношениями:

$$A \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2x_1 - 5x_2 - 3x_3 \\ x_2 + 3x_3 \\ 2x_1 - 5x_2 - 3x_3 \end{pmatrix}; B \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_1 + x_2 - x_3 \\ x_2 + x_3 \\ x_3 \end{pmatrix}.$$

Найти координаты вектора $\left(2\hat{A} + \hat{A}\hat{B}\right)\vec{X}$.

Решение. Находим матрицы операторов, исходя из координатной формы записи действия оператора в фиксированном базисе:

$$A|x\rangle = \begin{pmatrix} a_1^1 & a_1^2 & a_1^3 \\ a_2^1 & a_2^2 & a_2^3 \\ a_3^1 & a_3^2 & a_3^3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x^1 \\ x^2 \\ x^3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_1^1 x^1 + a_1^2 x^2 + a_1^3 x^3 \\ a_2^1 x^1 + a_2^2 x^2 + a_2^3 x^3 \\ a_3^1 x^1 + a_3^2 x^2 + a_3^3 x^3 \end{pmatrix}.$$

Сравнивая данные условия задачи с координатной формулой действия оператора, находим их матрицы:

$$A = \begin{pmatrix} 2 & -5 & -3 \\ 0 & 1 & 3 \\ 2 & -5 & -3 \end{pmatrix}; B = \begin{pmatrix} 1 & 1 & -1 \\ 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

Производим указанные в условии задачи действия с матрицами:

$$\begin{aligned} 2A + AB &= 2 \begin{pmatrix} 2 & -5 & -3 \\ 0 & 1 & 3 \\ 2 & -5 & -3 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 2 & -5 & -3 \\ 0 & 1 & 3 \\ 2 & -5 & -3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 1 & -1 \\ 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \\ &= \begin{pmatrix} 4 & -10 & -6 \\ 0 & 2 & 6 \\ 4 & -10 & -6 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 2 & -3 & -10 \\ 0 & 1 & 4 \\ 2 & -3 & -10 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 6 & -13 & -16 \\ 0 & 3 & 10 \\ 6 & -13 & -16 \end{pmatrix}. \end{aligned}$$

$\rightarrow$

Находим координаты образа вектора $\vec{X}$, используя координатную форму записи:

$$(2A + AB) \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 6 & -13 & -16 \\ 0 & 3 & 10 \\ 6 & -13 & -16 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 6x_1 - 13x_2 - 16x_3 \\ 3x_2 + 10x_3 \\ 6x_1 - 13x_2 - 16x_3 \end{pmatrix}.$$

Окончательно получаем:

$$\vec{x} = (6x_1 - 13x_2 - 16x_3)\vec{e}_1 + (3x_2 + 10x_3)\vec{e}_2 + (6x_1 - 13x_2 - 16x_3)\vec{e}_3. \otimes$$

Пример 2.4.7. Найти $\left(\hat{A} \vec{x} + \vec{y}, \vec{x} + \hat{B} \vec{y} \right)$, если

$$\vec{x} = \vec{e}_1 + 3\vec{e}_2 + 6\vec{e}_3; \quad \vec{y} = -3\vec{e}_1 - \vec{e}_2 - 5\vec{e}_3;$$

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 2 & 3 & 1 \\ 3 & 1 & 2 \end{pmatrix}; \quad B = \begin{pmatrix} 3 & 1 & 2 \\ 1 & 2 & 3 \\ 2 & 3 & 1 \end{pmatrix}.$$

Решение. 1) Находим вектор $\hat{A} \vec{x} + \vec{y}$ в координатном представлении:

$$A|\vec{x}\rangle + |\vec{y}\rangle = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 2 & 3 & 1 \\ 3 & 1 & 2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ 3 \\ 6 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} -3 \\ -1 \\ -5 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 25 \\ 17 \\ 18 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} -3 \\ -1 \\ -5 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 22 \\ 16 \\ 13 \end{pmatrix};$$

$$\hat{A} \vec{x} + \vec{y} = 22\vec{e}_1 + 16\vec{e}_2 + 13\vec{e}_3.$$

2) Находим вектор $\vec{x} + \hat{B} \vec{y}$ в координатном представлении:

$$|\vec{x}\rangle + B|\vec{y}\rangle = \begin{pmatrix} 1 \\ 3 \\ 6 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 3 & 1 & 2 \\ 1 & 2 & 3 \\ 2 & 3 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -3 \\ -1 \\ -5 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 3 \\ 6 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} -20 \\ -20 \\ -14 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -19 \\ -17 \\ -8 \end{pmatrix};$$

$$\vec{x} + \hat{B} \vec{y} = -19\vec{e}_1 - 17\vec{e}_2 - 8\vec{e}_3.$$

3) Находим указанное в условии скалярное произведение:

$$\left(\hat{A} \vec{x} + \vec{y}, \vec{x} + \hat{B} \vec{y} \right) = 22 \cdot (-19) + 16 \cdot (-17) + 13 \cdot (-8) = -794. \otimes$$

Пример 2.4.8. Решить методом Гаусса СЛАУ

$$\begin{cases} 2x^1 - x^2 + x^3 - x^4 = 5, \\ x^1 + 2x^2 - 2x^3 + 3x^4 = -6, \\ 3x^1 + x^2 - x^3 + 2x^4 = -1. \end{cases} \quad (1)$$

Решение. 1) Удобно поменять местами первое и второе уравнения системы (1), так как у второго уравнения коэффициент при первом неизвестном равен 1:

$$\begin{cases} x^1 + 2x^2 - 2x^3 + 3x^4 = -6, \\ 2x^1 - x^2 + x^3 - x^4 = 5, \\ 3x^1 + x^2 - x^3 + 2x^4 = -1. \end{cases} \quad (2)$$

Выражаем из первого уравнения СЛАУ (2) неизвестное x^1 и подставляем результат в оставшиеся уравнения:

$$\begin{cases} x^1 + 2x^2 - 2x^3 + 3x^4 = -6, \\ -5x^2 + 5x^3 - 7x^4 = 17, \\ -5x^2 + 5x^3 - 7x^4 = 17. \end{cases} \quad (3)$$

Два последних уравнения в (3) одинаковы, поэтому одно уравнение можно отбросить:

$$\begin{cases} x^1 + 2x^2 - 2x^3 + 3x^4 = -6, \\ -5x^2 + 5x^3 - 7x^4 = 17. \end{cases} \quad (4)$$

Принимаем в (4) неизвестные x^3, x^4 за свободные неизвестные и, полагая $x^3 = a$ и $x^4 = b$, выражаем через них x^2, x^1 , имеем общее решение СЛАУ:

$$x^2 = -\frac{17}{5} + a - \frac{7}{5}x^4, \quad x^1 = \frac{4}{5} - \frac{1}{5}b, \quad x^3 = a, \quad x^4 = b.$$

2) Приведём матричную реализацию метода Гаусса. Перепишем систему уравнений в виде расширенной матрицы и поменяем местами первую и вторую строки матрицы:

$$\begin{pmatrix} 2 & -1 & 1 & -1 & 5 \\ 1 & 2 & -2 & 3 & -6 \\ 3 & 1 & -1 & 2 & -1 \end{pmatrix} \cong \begin{pmatrix} 1 & 2 & -2 & 3 & -6 \\ 2 & -1 & 1 & -1 & 5 \\ 3 & 1 & -1 & 2 & -1 \end{pmatrix}.$$

Умножая мысленно первую строку матрицы первый раз на 2, а второй раз на 3 и вычитая в реальности последовательно из второй и третьей строки (как вектор-строку), получаем:

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 & -2 & 3 & -6 \\ 2 & -1 & 1 & -1 & 5 \\ 3 & 1 & -1 & 2 & -1 \end{pmatrix} \cong \begin{pmatrix} 1 & 2 & -2 & 3 & -6 \\ 0 & -5 & 5 & -7 & 17 \\ 0 & -5 & 5 & -7 & 17 \end{pmatrix}.$$

Вторая и третья строки матрицы идентичны, то есть второе и третье уравнения системы одинаковы. Отбрасывая третью строку, получаем:

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 & -2 & 3 & -6 \\ 0 & -5 & 5 & -7 & 17 \\ 0 & -5 & 5 & -7 & 17 \end{pmatrix} \cong \begin{pmatrix} 1 & 2 & -2 & 3 & -6 \\ 0 & -5 & 5 & -7 & 17 \end{pmatrix}.$$

Эквивалентная система уравнений имеет вид (4):

$$\begin{cases} x^1 + 2x^2 - 2x^3 + 3x^4 = -6, \\ -5x^2 + 5x^3 - 7x^4 = 17. \end{cases}$$

Дальше решение повторяет выполненные в первом пункте операции.

Дадим интерпретацию полученного общего решения СЛАУ, для чего запишем вектор-столбец решения так

$$\begin{pmatrix} x^1 \\ x^2 \\ x^3 \\ x^4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{4}{5} - \frac{1}{5}b \\ -\frac{17}{5} + a - \frac{7}{5}b \\ a \\ b \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{4}{5} \\ -\frac{17}{5} \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} + a \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} + b \begin{pmatrix} -\frac{1}{5} \\ -\frac{7}{5} \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}.$$

Если теперь переписать полученный результат в символическом виде

$$|x\rangle = |x_0\rangle + a|a\rangle + b|b\rangle,$$

где

$$|x\rangle = \begin{pmatrix} x^1 \\ x^2 \\ x^3 \\ x^4 \end{pmatrix}, |x_0\rangle = \begin{pmatrix} 4/5 \\ -17/5 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}, |a\rangle = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix}, |b\rangle = \begin{pmatrix} -1/5 \\ -7/5 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix},$$

То становится очевидным, что общее решение системы уравнений с геометрической точки зрения представляет собой двумерное линейное многообразие проходящее через “точку” $|x_0\rangle$ и имеющее направляющие векторы $|a\rangle$ и $|b\rangle$. $\otimes$

Пример 2.4.9. Вычислить определитель

$$D = \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 2 & -3 & 1 \\ 4 & -1 & -5 \end{vmatrix}.$$

Р е ш е н и е. 1) Вычтем элементы первого столбца из соответствующих элементов второго и третьего столбцов, получим:

$$D = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 2 & -5 & -1 \\ 4 & -5 & -9 \end{vmatrix}.$$

2) В полученном определителе в первой строке отличен от нуля только один первый элемент.

Применяя формулу разложения определителя по элементам первой строки, получаем:

$$\begin{aligned} D &= \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 2 & -5 & -1 \\ 4 & -5 & -9 \end{vmatrix} = 1 \cdot (-1)^{1+1} \begin{vmatrix} -5 & -1 \\ -5 & -9 \end{vmatrix} + 0 \cdot (-1)^{1+2} \begin{vmatrix} 2 & -1 \\ 4 & -9 \end{vmatrix} + \\ &+ 0 \cdot (-1)^{1+3} \begin{vmatrix} 2 & -5 \\ 4 & -5 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} -5 & -1 \\ -5 & -9 \end{vmatrix} = 45 - 5 = 40. \otimes \end{aligned}$$

Пример 2.4.10. Найти матрицу, обратную матрице

$$A = \begin{pmatrix} 1 & -1 & 1 \\ 2 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 2 \end{pmatrix}.$$

Р е ш е н и е. Определитель матрицы $\det A = 5 \neq 0$. Матрица A невырожденная, следовательно, обратная матрица A^{-1} существует.

Находим алгебраические дополнения элементов матрицы A :

$$A_1^1 = 1; A_2^1 = -3; A_3^1 = 1$$

$$A_1^2 = 3; A_2^2 = 1; A_3^2 = -2;$$

$$A_1^3 = -2; A_2^3 = 1; A_3^3 = 3.$$

Находим присоединённую матрицу:

$$adjA = \begin{pmatrix} 1 & -3 & 1 \\ 3 & 1 & -2 \\ -2 & 1 & 3 \end{pmatrix}^T = \begin{pmatrix} 1 & 3 & -2 \\ -3 & 1 & 1 \\ 1 & -2 & 3 \end{pmatrix}.$$

Находим обратную матрицу:

$$A^{-1} = \frac{1}{\det A} \cdot adjA = \frac{1}{5} \begin{pmatrix} 1 & 3 & -2 \\ -3 & 1 & 1 \\ 1 & -2 & 3 \end{pmatrix}.$$

Проверка по формулам $A \cdot A^{-1} = A^{-1} \cdot A = I$ подтверждает правильность расчёта. $\otimes$

Пример 2.4.11. Матричным методом решить СЛАУ

$$\begin{cases} x^1 + 3x^2 = 0, \\ 2x^1 + 4x^2 = 6. \end{cases}$$

Р е ш е н и е. 1) Проверяем условие невырожденности основной матрицы системы уравнений, для чего вычисляем определитель основной матрицы системы:

$$\det A = -2 \neq 0.$$

Обратная матрица существует.

2) Перепишем СЛАУ в матричном виде:

$$\begin{pmatrix} 1 & 3 \\ 2 & 4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x^1 \\ x^2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 6 \end{pmatrix}.$$

3) Находим алгебраические дополнения элементов основной матрицы системы:

$$A_1^1 = 4, A_2^1 = -2, A_1^2 = -3, A_2^2 = 1.$$

4) Составляем матрицу алгебраических дополнений и, транспонируя её, находим присоединённую матрицу:

$$\begin{pmatrix} 4 & -2 \\ -3 & 1 \end{pmatrix} \Rightarrow \text{adj}A = \begin{pmatrix} 4 & -3 \\ -2 & 1 \end{pmatrix}.$$

5) Находим обратную матрицу:

$$A^{-1} = \frac{\text{adj}A}{\det A} = -\frac{1}{2} \cdot \begin{pmatrix} 4 & -3 \\ -2 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -2 & \frac{3}{2} \\ 1 & -\frac{1}{2} \end{pmatrix}.$$

6) Находим значения неизвестных:

$$\begin{pmatrix} x^1 \\ x^2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -2 & \frac{3}{2} \\ 1 & -\frac{1}{2} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 \\ 6 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 9 \\ -3 \end{pmatrix} \Rightarrow x^1 = 9, x^2 = -3. \otimes$$

Пример 2.4.12. Найти неизвестную матрицу X из уравнения

$$\begin{pmatrix} 2 & 5 \\ 1 & 3 \end{pmatrix} X = \begin{pmatrix} 4 & -6 \\ 2 & 1 \end{pmatrix}.$$

Решение. Имеем матричное уравнение вида $AX = B$, где

$$A = \begin{pmatrix} 2 & 5 \\ 1 & 3 \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} 4 & -6 \\ 2 & 1 \end{pmatrix}.$$

Чтобы его решить, нужно найти матрицу A^{-1} и умножить уравнение на неё слева. Тогда решение запишется в виде $X = A^{-1}B$.

1) Проверяем условие невырожденности. Определитель матрицы A равен:

$$\det A = \begin{vmatrix} 2 & 5 \\ 1 & 3 \end{vmatrix} = 6 - 5 = 1 \neq 0.$$

Матрица невырождена, следовательно, обратная матрица существует.

2) Вычисляем алгебраические дополнения элементов матрицы A :

$$A_1^1 = 3, A_2^1 = -1, A_1^2 = -5, A_2^2 = 2.$$

Составляем союзную матрицу и находим обратную матрицу:

$$A^{-1} = \frac{1}{\det A} \begin{pmatrix} A_1^1 & A_2^1 \\ A_1^2 & A_2^2 \end{pmatrix}^T = \frac{1}{\det A} \begin{pmatrix} A_1^1 & A_1^2 \\ A_2^1 & A_2^2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 3 & -5 \\ -1 & 2 \end{pmatrix}.$$

3) Умножаем данное матричное уравнение на матрицу A^{-1} слева:

$$\begin{pmatrix} 3 & -5 \\ -1 & 2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 2 & 5 \\ 1 & 3 \end{pmatrix} X = \begin{pmatrix} 3 & -5 \\ -1 & 2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 4 & -6 \\ 2 & 1 \end{pmatrix} \Rightarrow X = \begin{pmatrix} 2 & -23 \\ 0 & 8 \end{pmatrix}.$$

Проверка правильности вычислений осуществляется путём подстановки в исходное уравнение. $\otimes$

Пример 2.4.13. Решить СЛАУ, используя формулы Крамера:

$$\begin{cases} 3x^1 + 2x^2 + x^3 = 5, \\ 2x^1 + 3x^2 + x^3 = 1, \\ 2x^1 + x^2 + 3x^3 = 11. \end{cases}$$

Решение. 1) Вычисляем определитель матрицы СЛАУ:

$$\det A = \begin{vmatrix} 3 & 2 & 1 \\ 2 & 3 & 1 \\ 2 & 1 & 3 \end{vmatrix} = 3 \begin{vmatrix} 3 & 1 \\ 1 & 3 \end{vmatrix} - 2 \begin{vmatrix} 2 & 1 \\ 1 & 3 \end{vmatrix} + 2 \begin{vmatrix} 2 & 1 \\ 3 & 1 \end{vmatrix} = 12.$$

Так как $\det A \neq 0$, то система уравнений совместна и определённа.

2) Для нахождения её решения используем формулы Крамера:

$$\begin{aligned} x^1 &= \frac{1}{12} \begin{vmatrix} 5 & 2 & 1 \\ 1 & 3 & 1 \\ 11 & 1 & 3 \end{vmatrix} = \frac{5}{12} \begin{vmatrix} 3 & 1 \\ 1 & 3 \end{vmatrix} - \frac{1}{12} \begin{vmatrix} 2 & 1 \\ 1 & 3 \end{vmatrix} + \frac{11}{12} \begin{vmatrix} 2 & 1 \\ 3 & 1 \end{vmatrix} = \\ &= \frac{40}{12} - \frac{5}{12} - \frac{11}{12} = \frac{24}{12} = 2. \end{aligned}$$

Аналогично находим x^2 и x^3 :

$$x^2 = \frac{1}{12} \begin{vmatrix} 3 & 5 & 1 \\ 2 & 1 & 1 \\ 2 & 11 & 3 \end{vmatrix} = -2; \quad x^3 = \frac{1}{12} \begin{vmatrix} 3 & 2 & 5 \\ 2 & 3 & 1 \\ 2 & 1 & 11 \end{vmatrix} = 3. \otimes$$

Пример 2.4.14. Пусть $\left\{ \vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3, \vec{a}_4 \right\} \subset X^4$ – некоторый (старый) базис

пространства X^4 и

$$T = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 0 & 1 \\ 3 & 0 & -1 & 2 \\ 2 & 5 & 3 & 1 \\ 1 & 2 & 1 & 3 \end{pmatrix}$$

– матрица линейного оператора $\hat{T} : X^4 \rightarrow X^4$ в этом базисе. Найти матрицу линейного опера-

тора $\hat{T}$ в новом базисе

$$\left\{ \vec{g}_1, \vec{g}_2, \vec{g}_3, \vec{g}_4 \right\} \subset X^4,$$

если известно, что векторы нового базиса выражаются через векторы старого базиса разложениями:

$$\vec{g}_1 = \vec{a}_1, \vec{g}_2 = \vec{a}_1 + \vec{a}_2, \vec{g}_3 = \vec{a}_1 + \vec{a}_2 + \vec{a}_3, \vec{g}_4 = \vec{a}_1 + \vec{a}_2 + \vec{a}_3 + \vec{a}_4.$$

Решение. Матрица перехода от старого базиса к новому имеет вид

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}.$$

Матрица невырождена, так как $\det A = 1$. Следовательно, существует обратная матрица. Для нахождения обратной матрицы найдём сначала алгебраические дополнения элементов матрицы A :

$$\begin{aligned}
A_1^1 &= 1; & A_2^1 &= -1; & A_3^1 &= 0; & A_4^1 &= 0; \\
A_1^2 &= 0; & A_2^2 &= 1; & A_3^2 &= -1; & A_4^2 &= 0; \\
A_1^3 &= 0; & A_2^3 &= 0; & A_3^3 &= 1; & A_4^3 &= -1; \\
A_1^4 &= 0; & A_2^4 &= 0; & A_3^4 &= 0; & A_4^4 &= 1.
\end{aligned}$$

Теперь обратная матрица находится по формуле $\hat{A} = \frac{1}{\det A} \text{adj} A$ и имеет вид:

$$A^{-1} = \begin{pmatrix} 1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}^T = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 1 \end{pmatrix}.$$

При переходе от старого базиса к новому базису матрица оператора T преобразуется по формуле

$T' = (A^{-1})^T T A^T$. Проводя вычисления, получаем матрицу T' :

$$\begin{aligned}
T' &= \begin{pmatrix} 1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 2 & 0 & 1 \\ 3 & 0 & -1 & 2 \\ 2 & 5 & 3 & 1 \\ 1 & 2 & 1 & 3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \\
&= \begin{pmatrix} -2 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & -4 & -8 & -7 \\ 1 & 4 & 6 & 4 \\ 1 & 3 & 4 & 7 \end{pmatrix} \cdot \otimes
\end{aligned}$$

Практическое занятие 5. Общие свойства линейных операторов

Предварительные сведения

Ядро оператора $\hat{A}: X^m \rightarrow Y^n$ – это множество векторов в X^m , удовлетворяющих условию

$$\hat{A} \vec{x} = \vec{0}.$$

Размерность ядра – **дефект** оператора. Множество значений оператора – это множество образов $\vec{y} \in Y^n$ векторов $\vec{x} \in X^m$. Размерность множества значений оператора – **ранг** оператора.

Примеры с решением

Пример 2.5.1. Найти ядро $K(\hat{A})$ линейного оператора $\hat{A}: X^4 \rightarrow X^3$, заданного в

некоторых базисах

$$\left\{ \vec{e}_1, \vec{e}_2, \vec{e}_3, \vec{e}_4 \right\} \subset X^4, \left\{ \vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3 \right\} \subset X^3$$

этих пространств матрицей

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 2 & 4 \\ 0 & 3 & 1 & 2 \\ 0 & -1 & -2 & 0 \end{pmatrix}.$$

Решение. По определению ядро

$$K(\hat{A}) = \left\{ \vec{x} \in X^4 : \hat{A}\vec{x} = \vec{0} \right\},$$

поэтому

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 2 & 4 \\ 0 & 3 & 1 & 2 \\ 0 & -1 & -2 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x^1 \\ x^2 \\ x^3 \\ x^4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix},$$

откуда имеем СЛАУ вида

$$\begin{cases} x^1 + 2 \cdot x^3 + 4 \cdot x^4 = 0, \\ 3 \cdot x^2 + x^3 + 2 \cdot x^4 = 0, \\ -x^2 - 2 \cdot x^3 = 0. \end{cases}$$

Решая эту СЛАУ, например, метом Гаусса, получаем:

$$\left(\begin{array}{cccc|c} 1 & 0 & 2 & 4 & 0 \\ 0 & 3 & 1 & 2 & 0 \\ 0 & -1 & -2 & 0 & 0 \end{array}\right) \rightarrow \left(\begin{array}{cccc|c} 1 & 0 & 2 & 4 & 0 \\ 0 & -1 & -2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -5 & 2 & 0 \end{array}\right).$$

Принимая неизвестное x^4 за свободное неизвестное и, полагая $x^4 = t$, где t может принимать произвольные значения из R , получаем:

$$x^3 = \frac{2}{5}t, x^2 = -\frac{4}{5}t, x^1 = -\frac{24}{5}t.$$

Откуда для ядра оператора имеем

$$K\left(\hat{A}\right) = \left\{ \vec{x} \in X^4 : \vec{x} = t\vec{a}; t \in R \right\},$$

где

$$\vec{a} = -\frac{24}{5}\vec{e}_1 - \frac{4}{5}\vec{e}_2 + \frac{2}{5}\vec{e}_3 + \vec{e}_4.$$

Таким образом, ядро оператора является одномерным линейным многообразием $L\left\{\vec{a}\right\}$ с

направляющим вектором $\vec{a}$. $\otimes$

Пример 2.5.2. Пусть Y – множество симметричных матриц 2-го порядка с обычными матричными операциями сложения матриц и умножения матрицы на число. Показать, что это множество является векторным подпространством векторного пространства всех квадратных матриц второго порядка.

Решение. Сначала покажем, что множество X квадратных матриц 2-го порядка вида

$$A = \begin{pmatrix} a_1^1 & a_2^1 \\ a_1^2 & a_2^2 \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} b_1^1 & b_2^1 \\ b_1^2 & b_2^2 \end{pmatrix}, C = \begin{pmatrix} c_1^1 & c_2^1 \\ c_1^2 & c_2^2 \end{pmatrix}$$

является векторным пространством. Для этого надо показать, что операция сложения, являясь алгебраической, удовлетворяет четырём аксиомам для операции сложения векторного пространства.

То, что операция сложения во множестве X алгебраическая, очевидно. Легко видеть, что операция сложения ассоциативна и коммутативна, то есть

$$A + B = B + A; (A + B) + C = A + (B + C).$$

Во множестве X имеется нейтральный элемент

$$O = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}$$

и противоположный элемент

$$-A = \begin{pmatrix} -a_1^1 & -a_2^1 \\ -a_1^2 & -a_2^2 \end{pmatrix}.$$

Нетрудно проверить и выполнение аксиом для операции умножения на число.

Легко видеть, что во множестве X каноническим базисом является система матриц вида

$$\left\{ \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \right\}.$$

Действительно, произвольная матрица может быть записана в виде разложения по матрицам этой системы:

$$\begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} = a \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix} + b \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{pmatrix} + c \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} + d \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

Множество симметричных матриц Y вида

$$A = \begin{pmatrix} a_1^1 & a_2^1 \\ a_2^1 & a_2^2 \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} b_1^1 & b_2^1 \\ b_2^1 & b_2^2 \end{pmatrix}$$

является подпространством векторного пространства X . Действительно, симметрические матрицы образуют подмножество пространства X . Операции сложения и умножения на число не нарушают свойства симметричности матрицы. Действительно, результат выполнения этих операций является, очевидно, снова симметричной матрицей:

$$A + B = \begin{pmatrix} a_1^1 & a_2^1 \\ a_2^1 & a_2^2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} b_1^1 & b_2^1 \\ b_2^1 & b_2^2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_1^1 + b_1^1 & a_2^1 + b_2^1 \\ a_2^1 + b_2^1 & a_2^2 + b_2^2 \end{pmatrix},$$

$$\alpha A = \alpha \cdot \begin{pmatrix} a_1^1 & a_2^1 \\ a_2^1 & a_2^2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \alpha \cdot a_1^1 & \alpha \cdot a_2^1 \\ \alpha \cdot a_2^1 & \alpha \cdot a_2^2 \end{pmatrix} \otimes$$

Пример 2.5.3. Найти ранг матрицы

$$A = \begin{pmatrix} 1 & -2 & 1 & 3 \\ 1 & 3 & -1 & 1 \\ 3 & -1 & 1 & 7 \end{pmatrix}.$$

Р е ш е н и е. 1. **Первый метод** (элементарные преобразования матрицы). Ранг матрицы подчинён неравенству $r(A) \leq \min(m, n) = 3$ (n — число строк, m — число столбцов). Для нахождения ранга применим элементарные преобразования матрицы.

Вычтем первую строку матрицы из второй строки и, умножив её мысленно на 3, из третьей:

$$A = \begin{pmatrix} 1 & -2 & 1 & 3 \\ 1 & 3 & -1 & 1 \\ 3 & -1 & 1 & 7 \end{pmatrix} \cong \begin{pmatrix} 1 & -2 & 1 & 3 \\ 0 & 5 & -2 & -2 \\ 0 & 5 & -2 & -2 \end{pmatrix}.$$

Вычёркивая из матрицы третью строку, совпадающую со второй строкой, получаем

$$A \cong \begin{pmatrix} 1 & -2 & 1 & 3 \\ 0 & 5 & -2 & -2 \end{pmatrix}.$$

Здесь символ $\cong$ использован для обозначения эквивалентности матриц по рангу в процессе преобразований.

Видим, что наивысший порядок отличного от нуля минора равен 2 (левый угловой минор является треугольным). Таким образом, ранг матрицы $r = 2$.

2. **Второй метод** (окаймляющих миноров). Минор

$$\begin{pmatrix} 1 & -2 \\ 1 & 3 \end{pmatrix} = 5 \neq 0. \quad A = \begin{pmatrix} 1 & -2 & 1 & 3 \\ 1 & 3 & -1 & 1 \\ 3 & -1 & 1 & 7 \end{pmatrix}$$

Минор, окаймляющий первый минор

$$\begin{pmatrix} 1 & -2 & 1 \\ 1 & 3 & -1 \\ 3 & -1 & 1 \end{pmatrix} = \begin{vmatrix} 1 & -2 & 1 \\ 2 & 1 & 0 \\ 2 & 1 & 0 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 2 & 1 \\ 2 & 1 \end{vmatrix} = 2 - 2 = 0.$$

Следующий окаймляющий минор

$$\begin{pmatrix} 1 & -2 & 3 \\ 1 & 3 & 1 \\ 3 & -1 & 7 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & -2 & 3 \\ 0 & 5 & -2 \\ 0 & 5 & -2 \end{pmatrix} = \begin{vmatrix} 5 & -2 \\ 5 & -2 \end{vmatrix} = 2 - 2 = 0.$$

Все окаймляющие миноры равны нулю, следовательно, ранг матрицы

$$r(A) = 2. \otimes$$

Пример 2.5.4. Найти ранг $r(\hat{A})$, множество значений $\hat{A}(X^5)$ и дефект $d(\hat{A})$ линей-

ного оператора $\hat{A}: X^5 \rightarrow X^3$, если этот оператор в некоторых базисах пространств X^5 и X^3 имеет матрицу

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 0 & -2 & 3 & 4 \\ 5 & 1 & 0 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -2 & -3 \end{pmatrix}.$$

Р е ш е н и е. Пусть отмечены базисы

$$\{\vec{e}_1, \vec{e}_2, \vec{e}_3, \vec{e}_4, \vec{e}_5\} \subset X^5, \{\vec{g}_1, \vec{g}_2, \vec{g}_3\} \subset X^3,$$

в которых матрица оператора имеет указанный вид.

1) Находим ранг матрицы оператора:

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & -2 & 3 & 4 \\ 5 & 1 & 0 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -2 & -3 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 1 & 0 & -2 & 3 & 4 \\ 0 & 1 & 10 & -13 & -19 \\ 0 & 1 & 1 & -5 & -7 \end{pmatrix} \rightarrow$$

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & -2 & 3 & 4 \\ 0 & 1 & 10 & -13 & -19 \\ 0 & 0 & -9 & 8 & 12 \end{pmatrix}.$$

Угловой минор третьего порядка преобразованной матрицы

$$\begin{vmatrix} 1 & 0 & -2 \\ 0 & 1 & 10 \\ 0 & 0 & -9 \end{vmatrix} = -9 \neq 0,$$

следовательно, ранг матрицы $r(A) = 3$.

2) Вектор-столбцы преобразованной матрицы, образующие её базисный минор, составлены из координат базисных векторов множества значений оператора, то есть базис множества значений имеет вид

$$|a\rangle_1 = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}, |a\rangle_2 = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix}, |a\rangle_3 = \begin{pmatrix} -2 \\ 10 \\ -9 \end{pmatrix} \Rightarrow$$

$$\vec{a}_1 = \vec{g}_1,$$

$$\vec{a}_2 = \vec{g}_2,$$

$$\vec{a}_3 = -2\vec{g}_1 + 10\vec{g}_2 - 9\vec{g}_3.$$

Множеством значений оператора является линейная оболочка системы векторов $\{\vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3\}$:

$$\hat{A}(X^5) = \left\{ \vec{y} \in X^3 : (\forall \alpha, \beta, \eta \in R^1) \vec{y} = \alpha \cdot \vec{a}_1 + \beta \cdot \vec{a}_2 + \eta \cdot \vec{a}_3 \right\},$$

3) По теореме о связи ранга и дефекта линейного оператора имеем

$$r(\hat{A}) + d(\hat{A}) = 5,$$

откуда получаем $d(\hat{A}) = 2$. Итак, $r(\hat{A}) = 3$, $d(\hat{A}) = 2$. $\otimes$

Пример 2.5.5. Найти базисы суммы и пересечения подпространств

$$L_1 \left\{ \vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3 \right\} = \left\{ \alpha_1 \vec{a}_1 + \alpha_2 \vec{a}_2 + \alpha_3 \vec{a}_3 \right\},$$

$$L_2 \left\{ \vec{b}_1, \vec{b}_2, \vec{b}_3 \right\} = \left\{ \beta_1 \vec{b}_1 + \beta_2 \vec{b}_2 + \beta_3 \vec{b}_3 \right\},$$

если $\alpha_k, \beta_k \in R^1$ и

$$\begin{aligned}\vec{a}_1 &= \vec{e}_1 + 2\vec{e}_2 + \vec{e}_3, \vec{a}_2 = \vec{e}_1 + \vec{e}_2 - \vec{e}_3, \vec{a}_3 = \vec{e}_1 + 3\vec{e}_2 + 3\vec{e}_3; \\ \vec{b}_1 &= 2\vec{e}_1 + 3\vec{e}_2 - \vec{e}_3, \vec{b}_2 = \vec{e}_1 + 2\vec{e}_2 + 2\vec{e}_3, \vec{b}_3 = \vec{e}_1 + \vec{e}_2 - 3\vec{e}_3.\end{aligned}$$

Р е ш е н и е. Находим базисы подпространств:

$$\dim L_1 = r \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 2 & 1 & 3 \\ 1 & -1 & 3 \end{pmatrix} = 2, \text{ базисный минор } \Delta_1 = \begin{vmatrix} 1 & 1 \\ 2 & 1 \end{vmatrix};$$

$$\dim L_2 = r \begin{pmatrix} 2 & 1 & 1 \\ 3 & 2 & 1 \\ -1 & 2 & -3 \end{pmatrix} = 2, \text{ базисный минор } \Delta_1 = \begin{vmatrix} 2 & 1 \\ 3 & 2 \end{vmatrix}.$$

Базисом L_1 является подсистема

$$\vec{a}_1 = \vec{e}_1 + 2\vec{e}_2 + \vec{e}_3,$$

$$\vec{a}_2 = \vec{e}_1 + \vec{e}_2 - \vec{e}_3,$$

а базисом L_2 подсистема

$$\vec{b}_1 = 2\vec{e}_1 + 3\vec{e}_2 - \vec{e}_3,$$

$$\vec{b}_2 = \vec{e}_1 + 2\vec{e}_2 + 2\vec{e}_3.$$

Чтобы найти базис подпространства $L_1 + L_2$, вычислим ранг матрицы, столбцами которой

являются векторы $\vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{b}_1, \vec{b}_2$:

$$r \begin{pmatrix} 1 & 1 & 2 & 1 \\ 2 & 1 & 3 & 2 \\ 1 & -1 & -1 & 2 \end{pmatrix} = 3, \text{ базисный минор } \begin{pmatrix} 1 & 1 & 2 \\ 2 & 1 & 3 \\ 1 & -1 & -1 \end{pmatrix}.$$

Таким образом, имеем

$$\dim(L_1 + L_2) = 3$$

и базис подпространства $L_1 + L_2$ есть система $\left\{ \vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{b}_1 \right\}$.

Теперь базис пересечения подпространств

$$\dim(L_1 \cap L_2) = \dim L_1 + \dim L_2 - \dim(L_1 + L_2) = 4 - 3 = 1.$$

Таким образом, базис $L_1 \cap L_2$ состоит из одного вектора.

Вектор $\vec{b}_2$ разложим по базису $\left\{ \vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{b}_1 \right\}$ подпространства $L_1 + L_2$:

$$\vec{b}_2 = \alpha_2^1 \vec{a}_1 + \alpha_2^2 \vec{a}_2 + \beta_2^1 \vec{b}_1.$$

Составляем систему уравнений, используя разложения векторов

$$\vec{a}_1 = \vec{e}_1 + 2\vec{e}_2 + \vec{e}_3, \quad \vec{a}_2 = \vec{e}_1 + \vec{e}_2 - \vec{e}_3,$$

$$\vec{b}_1 = 2\vec{e}_1 + 3\vec{e}_2 - \vec{e}_3, \quad \vec{b}_2 = \vec{e}_1 + 2\vec{e}_2 + 2\vec{e}_3.$$

Решение этой СЛАУ даёт:

$$\alpha_2^1 = 2, \quad \alpha_2^2 = 1, \quad \beta_2^1 = -1,$$

Таким образом,

$$\vec{b}_2 = 2\vec{a}_1 + \vec{a}_2 - \vec{b}_1,$$

Следовательно, вектор

$$\vec{c} = 2\vec{a}_1 + \vec{a}_2 = \vec{b}_1 + \vec{b}_2 = 3\vec{e}_1 + 5\vec{e}_2 + \vec{e}_3$$

является базисом подпространства $L_1 \cap L_2$. $\otimes$

Пример 2.5.6. Выяснить вопрос о совместности СЛАУ

$$\begin{cases} x^1 - 2x^2 + x^3 = 3, \\ x^1 + 3x^2 - x^3 = 1, \\ 3x^1 - x^2 + x^3 = 7. \end{cases}$$

Р е ш е н и е. Выписываем основную и расширенную матрицы СЛАУ:

$$A = \begin{pmatrix} 1 & -2 & 1 \\ 1 & 3 & -1 \\ 3 & -1 & 1 \end{pmatrix}; B = \left(\begin{array}{ccc|c} 1 & -2 & 1 & 3 \\ 1 & 3 & -1 & 1 \\ 3 & -1 & 1 & 7 \end{array} \right).$$

Минор второго порядка в левом верхнем углу (см. предыдущий пример) равен $5 \neq 0$. Все миноры третьего порядка, как у матрицы A , так и у матрицы B , равны нулю: ранги основной и расширенной матриц $r(A) = r(B) = 2$. Следовательно, СЛАУ совместна. $\otimes$

Пример 2.5.7. Выяснить, при каких значениях параметра a СЛАУ с основной матрицей

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 1 & -1 & 1 \\ -1 & 2 & 1 & -1 \\ 1 & -3 & -1 & 1 \end{pmatrix}$$

и столбцом правых частей $|b\rangle = (2 \ 1 \ a)^T$ является совместной.

Решение. Нетрудно видеть, что ранг матрицы A СЛАУ $r(A) = 2$. Расширенная матрица имеет вид

$$B = \left(\begin{array}{cccc|c} 1 & 1 & -1 & 1 & 2 \\ -1 & 2 & 1 & -1 & 1 \\ 1 & -3 & -1 & 1 & a \end{array} \right).$$

Вычеркнем в расширенной матрице третий и четвёртый столбцы. Так как ранг матрицы не изменится, то имеем

$$\det B = \det \begin{pmatrix} 1 & 1 & 2 \\ -1 & 2 & 1 \\ 1 & -3 & a \end{pmatrix} = 3a + 6.$$

Если $a \neq -2$, то $\det B \neq 0$ и $r(B) = 3 \neq r(A)$ – СЛАУ несовместна. Если $a = -2$, то $\det B = 0$. Так как у матрицы B имеются отличные от нуля миноры, то $r(B) = 2 = r(A)$. Поэтому при $a = -2$ СЛАУ совместна. $\otimes$

Задания для самостоятельной работы

1. Даны векторы $\vec{x}, \vec{y}, \vec{z}$. Найти линейную комбинацию (вектор)

$$\vec{u} = \alpha \vec{x} + \beta \vec{y} + \gamma \vec{z}$$

и норму (длину) вектора $\vec{u}$:

$$1) \vec{x} = -2\vec{e}_1 + 3\vec{e}_2 + \vec{e}_3, \vec{y} = \vec{e}_1 + 3\vec{e}_2, \vec{z} = \vec{e}_1 + 2\vec{e}_2 + \vec{e}_3,$$

$$\alpha = 4, \beta = -3, \gamma = 1;$$

$$2) \vec{x} = -3\vec{e}_1 - \vec{e}_2 + 4\vec{e}_3, \vec{y} = \vec{e}_1 + 3\vec{e}_2 + \vec{e}_3, \vec{z} = -\vec{e}_1 - 2\vec{e}_2 - \vec{e}_3,$$

$$\alpha = -4, \beta = 3, \gamma = -2;$$

$$3) \vec{x} = \vec{e}_1 - 6\vec{e}_2 + 3\vec{e}_3, \vec{y} = -3\vec{e}_1 - 3\vec{e}_2 - \vec{e}_3, \vec{z} = 2\vec{e}_1 - 3\vec{e}_2 + 4\vec{e}_3,$$

$$\alpha = 7, \beta = -5, \gamma = -1.$$

2. Найти косинус угла между векторами $\vec{AB}$ и $\vec{AC}$, если:

$$1) A(2; -2; 3), B(1; -1; 2), C(4; -4; 5);$$

$$2) A(0; -2; 6), B(-12; -2; -3), C(-9; -2; -6);$$

$$3) A(2; 3; -1), B(4; 5; -2), C(3; 1; 1).$$

3. На плоскости R^2 заданы своими координатами три вершины A, B и C параллелограмма.

Найти:

1) координаты четвёртой вершины D ;

2) косинус угла между сторонами AB и AC ;

3) длины диагоналей и косинус угла между ними.

$$1) A(-1; 2; -2), B(3; 4; -5), C(1; 1; 0);$$

$$2) A(-2; -2; 0), B(-1; -2; 4), C(5; -2; 1);$$

$$3) A(3; 3; -1), B(3; 2; 0), C(4; 4; -1).$$

4. В каноническом базисе декартовой системы координат пространства R^3 своими координатами

заданы векторы $\vec{x}$ и $\vec{y}$. Найти $\left(\alpha \vec{x} + \beta \vec{y}, \gamma \vec{x} + \lambda \vec{y} \right)$, если дано:

$$1) \vec{x} = \vec{e}_1 + 5\vec{e}_2 + \vec{e}_3, \vec{y} = \vec{e}_1 + 7\vec{e}_2 + \vec{e}_3,$$

$$\alpha = 4, \beta = -3, \gamma = 1, \lambda = 2;$$

$$2) \vec{x} = 2\vec{e}_1 + 5\vec{e}_2 + 8\vec{e}_3, \vec{y} = \vec{e}_1 - 3\vec{e}_2 - 7\vec{e}_3,$$

$$\alpha = -2, \beta = -5, \gamma = -1, \lambda = -2;$$

$$3) \vec{x} = -2\vec{e}_1 + 4\vec{e}_2 - 8\vec{e}_3, \vec{y} = 5\vec{e}_1 + 3\vec{e}_2 + 7\vec{e}_3,$$

$$\alpha = 11, \beta = 6, \gamma = 2, \lambda = -7.$$

5. Найти $\left(\vec{x} - 4\vec{y}, 6\vec{x} + \vec{y} \right)$, если дано:

$$1) \|\vec{x}\| = 4, \|\vec{y}\| = 5, \left\{ \vec{x}, \vec{y} \right\} = \frac{\pi}{4};$$

$$2) \|\vec{x}\| = 6, \|\vec{y}\| = 1, \left\{ \vec{x}, \vec{y} \right\} = \frac{\pi}{3};$$

$$3) \|\vec{x}\| = 2,5, \|\vec{y}\| = 1,5, \left\{ \vec{x}, \vec{y} \right\} = \frac{\pi}{6}.$$

6. В каноническом базисе декартовой системы координат пространства R^3 своими координатами

задан вектор $\vec{x}$. Найти направляющие косинусы и орт данного вектора, если дано:

$$1) \vec{x} = \vec{e}_1 - 2\vec{e}_2 + 4\vec{e}_3;$$

$$2) \vec{x} = -\vec{e}_1 - 3\vec{e}_2 + 5\vec{e}_3;$$

$$3) \vec{x} = 5\vec{e}_1 - \vec{e}_2 - 6\vec{e}_3.$$

7. Вычислить объём параллелепипеда, построенного на векторах:

$$1) \vec{x} = \vec{e}_1 + 3\vec{e}_2, \vec{y} = -\vec{e}_1 - \vec{e}_3, \vec{z} = \vec{e}_1 + 2\vec{e}_2 + \vec{e}_3;$$

$$2) \vec{x} = 3\vec{e}_1 + 2\vec{e}_2 + \vec{e}_3, \vec{y} = 5\vec{e}_1 + 5\vec{e}_2 + 5\vec{e}_3, \vec{z} = -\vec{e}_2 - 2\vec{e}_3;$$

$$3) \vec{x} = 6\vec{e}_2 + \vec{e}_3, \vec{y} = 2\vec{e}_2, \vec{z} = \vec{e}_1 + \vec{e}_2 + \vec{e}_3.$$

8. Вычислить площадь параллелограмма, построенного на векторах $\vec{x}$ и $\vec{y}$, если дано:

$$1) \vec{x} = \vec{a} + 3\vec{b}, \vec{y} = 2\vec{a} - \vec{b}, \|\vec{a}\| = 2, \|\vec{b}\| = 1, \left\{ \vec{a}, \vec{b} \right\} = \frac{\pi}{6};$$

$$2) \vec{x} = 2\vec{a} + \vec{b}, \vec{y} = \vec{a} - 3\vec{b}, \|\vec{a}\| = 2, \|\vec{b}\| = 2, \left\{ \vec{a}, \vec{b} \right\} = \frac{\pi}{4};$$

$$3) \vec{x} = \vec{a} - 2\vec{b}, \vec{y} = \vec{a} + 3\vec{b}, \|\vec{a}\| = 1, \|\vec{b}\| = 2, \left\{ \vec{a}, \vec{b} \right\} = \frac{\pi}{2}.$$

9. В пространстве R^3 получить уравнение плоскости, проходящей через точки $A(1; 2; 3)$, $B(2; 3; 1)$, $C(3, 1, 2)$ и найти косинусы углов, образованных её нормальным вектором с осями координат. Построить эту плоскость.

10. Написать канонические уравнения прямой линии, заданной пересечением двух плоскостей, проходящих через точки $A_1(0; 0; 0)$; $B_1(3; 3; 0)$; $C_1(0; 3; 3)$ и $A_2(4; 5; 0)$; $B_2(1; 6; 3)$; $C_2(2; 0; 7)$ соответственно.

11. В пространстве R^3 получить уравнение плоскости, проходящей через точку $A(1; 7; 3)$ и имеющей нормальный вектор, заданный точками $M_1(-2; -1; -8)$ и $M_2(2; 1; 8)$. Найти объём параллелепипеда, построенного на векторах $\vec{ON}_1$, $\vec{ON}_2$ и $\vec{ON}_3$, где N_1 , N_2 и N_3 — точки пересечения данной плоскости и осей координат.

12. В пространстве R^3 найти угол между плоскостями, проходящими через точки M_1, M_2, M_3 и N_1, N_2, N_3 :

1) $M_1(0; 7; -4); M_2(4; 8; -1); M_3(-2; 1; 3);$

$N_1(2; 3; 1); N_2(2; 0; 3); N_3(1; 2; 0);$

2) $M_1(1; -2; 2); M_2(-3; 2; 3); M_3(3; 0; 6);$

$N_1(0; 3; 5); N_2(0; -1; 3); N_3(4; 0; 0).$

13. Найти точку пересечения прямой линии и плоскости:

1) $\frac{x^1 - 2}{1} = \frac{x^2 - 3}{1} = \frac{x^3 + 1}{-4}, x^1 + x^2 + 3x^3 - 10 = 0;$

2) $\frac{x^1 + 1}{2} = \frac{x^2 - 3}{-4} = \frac{x^3 + 1}{5}, x^1 + 2x^2 - x^3 + 5 = 0.$

14. Найти координаты проекции точки M_0 на плоскость:

1) $M_0(0; -3; -2); 2x^1 + 10x^2 + 10x^3 - 1 = 0;$

2) $M_0(1; 0; -1); 2x^2 + 4x^3 - 1 = 0.$

15. В пространстве R^3 найти расстояние от точки M_0 до плоскости, проходящей через точки M_1, M_2 и M_3 :

1) $M_1(0; 7; -4), M_2(4; 8; -1), M_3(-2; 1; 3), M_0(-10; 11; 13);$

2) $M_1(5; 8; 3), M_2(10; 5; 6), M_3(8; 7; 4), M_0(7; 17; 14);$

3) $M_1(1; 3; 5), M_2(-5; 5; 2), M_3(7; -1; 8), M_0(0; 0; 0).$

16. Пусть $\left\{ \vec{e}_1, \vec{e}_2, \dots, \vec{e}_n \right\} \subset X^n$ – некоторый базис в векторном пространстве X^n , и

$\left\{ \vec{a}_1, \vec{a}_2, \dots, \vec{a}_m \right\}$ – некоторая система векторов в этом пространстве. Используя метод Гаусса,

найти базу и размерность этой системы векторов.

1) $\dim X^n = 4:$

$$\vec{a}_1 = 3\vec{e}_1 + 11\vec{e}_2 + 5\vec{e}_3 + 4\vec{e}_4,$$

$$\vec{a}_2 = 4\vec{e}_1 + 12\vec{e}_2 + 5\vec{e}_3 + 10\vec{e}_4,$$

$$\vec{a}_3 = \vec{e}_1 + 13\vec{e}_2 + 6\vec{e}_3 + 4\vec{e}_4,$$

$$\vec{a}_4 = 3\vec{e}_1 + 11\vec{e}_2 + 9\vec{e}_3 + 2\vec{e}_4.$$

2) $\dim X^n = 5$:

$$\vec{a}_1 = \vec{e}_2 + 6\vec{e}_3 + 3\vec{e}_4 + 2\vec{e}_5,$$

$$\vec{a}_2 = 5\vec{e}_1 + 3\vec{e}_2 + \vec{e}_3 + \vec{e}_4,$$

$$\vec{a}_3 = 4\vec{e}_1 + 2\vec{e}_2 + 4\vec{e}_3 + 2\vec{e}_4 + \vec{e}_5,$$

$$\vec{a}_4 = 6\vec{e}_1 - 5\vec{e}_2 + 6\vec{e}_3 - 3\vec{e}_4 - \vec{e}_5,$$

$$\vec{a}_5 = -5\vec{e}_2 - 2\vec{e}_3 - 3\vec{e}_4 - \vec{e}_5.$$

17. Пусть $L\left\{\vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3\right\}$ и $L\left\{\vec{b}_1, \vec{b}_2, \vec{b}_3\right\}$ – некоторые подпространства векторного пространства X^4 , и пусть $\left\{\vec{e}_1, \vec{e}_2, \vec{e}_3, \vec{e}_4\right\} \subset X^4$ – некоторый его базис. Найти базис суммы и пересечения этих подпространств.

$$1) \left\{ \begin{array}{l} \vec{a}_1 = \vec{e}_1 + \vec{e}_2, \\ \vec{a}_2 = \vec{e}_1 - \vec{e}_4, \\ \vec{a}_3 = \vec{e}_1 - \vec{e}_2 + \vec{e}_3 - \vec{e}_4, \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} \vec{b}_1 = 3\vec{e}_1 - 3\vec{e}_2 - \vec{e}_3 + \vec{e}_4, \\ \vec{b}_2 = 5\vec{e}_1 - 3\vec{e}_2 + \vec{e}_3 + \vec{e}_4, \\ \vec{b}_3 = 3\vec{e}_1 - \vec{e}_2 + \vec{e}_3 + \vec{e}_4; \end{array} \right.$$

$$2) \left\{ \begin{array}{l} \vec{a}_1 = \vec{e}_1 - 2\vec{e}_2 - 2\vec{e}_4, \\ \vec{a}_2 = \vec{e}_1 + \vec{e}_2 - \vec{e}_4, \\ \vec{a}_3 = \vec{e}_1 + 2\vec{e}_2 + \vec{e}_3 + \vec{e}_4, \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} \vec{b}_1 = \vec{e}_1 + 4\vec{e}_2 - \vec{e}_3 - \vec{e}_4, \\ \vec{b}_2 = \vec{e}_1 + 4\vec{e}_2 + 4\vec{e}_3 + 8\vec{e}_4, \\ \vec{b}_3 = 2\vec{e}_1 + \vec{e}_3 - \vec{e}_4. \end{array} \right.$$

18. Пусть $\left\{ \vec{e}_1, \vec{e}_2, \vec{e}_3, \vec{e}_4 \right\} \subset E^4$ – некоторый базис в евклидовом пространстве E^4 , и

$\left\{ \vec{a}_1, \vec{a}_2 \right\}$ – некоторая система векторов в этом пространстве. Показать, что эта система ортого-

нальна и представить пространство в виде ортогональной суммы

$$E^4 = L_1^2 \oplus L_2^2,$$

где $L_1^2 = L\left\{ \vec{a}_1, \vec{a}_2 \right\}$, а $L_2^2 = L_1^{2\perp}$.

$$1) \left\{ \begin{array}{l} \vec{a}_1 = \vec{e}_1 - \vec{e}_2 + \vec{e}_3 - \vec{e}_4, \\ \vec{a}_2 = \vec{e}_1 + \vec{e}_2 + \vec{e}_3 + \vec{e}_4; \end{array} \right. 2) \left\{ \begin{array}{l} \vec{a}_1 = \vec{e}_1 - \vec{e}_2 - \vec{e}_3 + 3\vec{e}_4, \\ \vec{a}_2 = \vec{e}_1 + \vec{e}_2 - 3\vec{e}_3 - \vec{e}_4; \end{array} \right.$$

$$3) \left\{ \begin{array}{l} \vec{a}_1 = 4\vec{e}_1 + 10\vec{e}_2 - \vec{e}_3 + 4\vec{e}_4, \\ \vec{a}_2 = \vec{e}_1 + \vec{e}_2 - \vec{e}_3 - 2\vec{e}_4, \\ \vec{a}_3 = 2\vec{e}_1 + 4\vec{e}_2 + \vec{e}_3; \end{array} \right. 4) \left\{ \begin{array}{l} \vec{a}_1 = 5\vec{e}_1 + 3\vec{e}_2 + 2\vec{e}_4, \\ \vec{a}_2 = 9\vec{e}_1 + 5\vec{e}_2 + 6\vec{e}_3 - 4\vec{e}_4, \\ \vec{a}_3 = \vec{e}_1 + \vec{e}_2 + \vec{e}_3 = -6\vec{e}_3. \end{array} \right.$$

19. Пусть $\vec{a} \neq \vec{0}$ – некоторый фиксированный вектор из R^3 , а операторы $\hat{A}: R^3 \rightarrow R^3$ и

$\hat{B}: R^3 \rightarrow R^3$, действуют по правилам $\left(\forall \vec{x} \in R^3 \right)$

$$1) \hat{A}\vec{x} = \begin{pmatrix} \vec{a}, \vec{x} \end{pmatrix} \vec{a}, 2) \hat{A}\vec{x} = \begin{bmatrix} \vec{a}, \vec{x} \end{bmatrix}.$$

Показать, что эти операторы линейные и найти их матрицы.

20. Показать, что операторы

$$\hat{A}: R^3 \rightarrow R^3, \hat{B}: R^3 \rightarrow R^3, \hat{C}: R^3 \rightarrow R^3,$$

действие которых задано координатными соотношениями

$$1) \hat{A} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2x_1 - 3x_2 - 2x_3 \\ 2x_1 - 3x_3 \\ 2x_2 - 3x_3 \end{pmatrix},$$

$$2) \hat{B} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2x_1 - 3x_2 - 2x_3 \\ 2x_1 - 2x_2 + 3x_3 \\ 2x_2 - 3 \end{pmatrix},$$

$$3) \hat{C} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_1 - 2x_2 - x_3 \\ 3x_1 - 2x_2 \\ 3x_2 + x_3 \end{pmatrix},$$

являются линейными и записать их матрицы.

21. В каноническом базисе трёхмерного пространства R^3 действия операторов $\hat{A}: R^3 \rightarrow R^3$ и

$\hat{B}: R^3 \rightarrow R^3$ на произвольный вектор $\vec{x} \in R^3$ заданы соотношениями:

$$\hat{A} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2x_1 - 3x_2 - 2x_3 \\ 2x_1 - 3x_3 \\ 2x_2 - 3x_3 \end{pmatrix}; \hat{B} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 3x_1 - x_2 - x_3 \\ 2x_1 \\ x_3 \end{pmatrix}.$$

Найти координаты вектора:

$$1) \left(\hat{A}^2 + 2\hat{B} \right) \vec{x}; 2) \left(2\hat{A}^2 + 3\hat{B}^2 \right) \vec{x}; 3) \left(\hat{A}\hat{B} - \hat{B}\hat{A} \right) \vec{x}.$$

22. Найти матрицы, обратные данным матрицам:

$$a) \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 2 & 3 & 1 \\ 3 & 1 & 2 \end{pmatrix}; б) \begin{pmatrix} 1 & 1 & 2 \\ 0 & 2 & 3 \\ 0 & 1 & 2 \end{pmatrix}; в) \begin{pmatrix} 1 & 3 & 0 \\ 1 & 2 & 0 \\ 2 & 1 & 1 \end{pmatrix}.$$

23. Решить СЛАУ матричным методом и по формулам Крамера:

$$1) \begin{cases} x_1 + 3x_2 - x_3 = 2, \\ 2x_1 - 3x_2 + 2x_3 = 0, \\ 3x_1 - 2x_2 - x_3 = 4; \end{cases} \quad 2) \begin{cases} x_1 + 3x_2 + x_3 = -5, \\ 3x_1 - 4x_2 + 3x_3 = 11, \\ 2x_1 + 4x_2 - x_3 = -9. \end{cases}$$

24. Найти решение СЛАУ по формулам Крамера:

$$1) \begin{cases} x_1 + 2x_2 + x_3 = 8, \\ -2x_1 + 3x_2 - 3x_3 = -5, \\ 3x_1 - 4x_2 + 5x_3 = 10; \end{cases} \quad 2) \begin{cases} 3x_1 + 2x_2 + x_3 = 5, \\ 2x_1 + 3x_2 + x_3 = 1, \\ 2x_1 + x_2 + 3x_3 = 11; \end{cases}$$

$$3) \begin{cases} x_1 + 2x_2 + 3x_3 - 2x_4 = 6, \\ 2x_1 - x_2 - 2x_3 - 3x_4 = 8, \\ 3x_1 + 2x_2 - x_3 + 2x_4 = 4, \\ 2x_1 - 3x_2 + 2x_3 + x_4 = -8. \end{cases}$$

25. Разложить вектор $\vec{X}$ по системе векторов $\left\{ \vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3 \right\}$:

$$1) \vec{a}_1 = -\vec{e}_2 + 2\vec{e}_3, \vec{a}_2 = \vec{e}_1 + \vec{e}_3, \vec{a}_3 = -\vec{e}_1 + 2\vec{e}_2 + 4\vec{e}_3,$$

$$\vec{X} = -2\vec{e}_1 + 9\vec{e}_3.$$

$$2) \vec{a}_1 = \vec{e}_1 - 3\vec{e}_2, \vec{a}_2 = \vec{e}_1 - \vec{e}_2 + \vec{e}_3, \vec{a}_3 = -\vec{e}_2 + 2\vec{e}_3,$$

$$\vec{X} = 5\vec{e}_1 - 12\vec{e}_2 - \vec{e}_3.$$

$$3) \vec{a}_1 = 3\vec{e}_1 + \vec{e}_2 - \vec{e}_3, \vec{a}_2 = -3\vec{e}_2 + \vec{e}_3, \vec{a}_3 = \vec{e}_1 + \vec{e}_2 + \vec{e}_3,$$

$$\vec{X} = 2\vec{e}_2 + 4\vec{e}_3.$$

26. В каноническом базисе пространства R^3 дана линейно независимая система векторов

$$\vec{X}_1 = 2\vec{e}_1 + 2\vec{e}_2,$$

$$\vec{X}_2 = 2\vec{e}_2 + 2\vec{e}_3,$$

$$\vec{x}_3 = 2\vec{e}_1 + 2\vec{e}_3$$

и матрица

$$A = \begin{pmatrix} 2 & 1 & 3 \\ 1 & 2 & 3 \\ 1 & 3 & 2 \end{pmatrix}.$$

Будет ли линейно независимой система векторов $\hat{A}\vec{x}_1, 2\hat{A}\vec{x}_2, 3\hat{A}\vec{x}_3$?

27. Проверить, что $(AB)C = A(BC)$, если

$$A = \begin{pmatrix} 5 & 8 & -4 \\ 6 & 9 & -5 \\ 4 & 7 & -3 \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} 3 & 2 & 5 \\ 4 & -1 & 3 \\ 9 & 6 & 5 \end{pmatrix}, C = \begin{pmatrix} 1 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 \end{pmatrix}.$$

28. Вычислить многочлен

$$P(X) = X^3 - 3X + 2$$

от матрицы

$$X = \begin{pmatrix} 2 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 2 \end{pmatrix}.$$

29. Найти матрицу X , удовлетворяющую условию:

$$\text{а) } 5A + 2X = 0, \text{ если } A = \begin{pmatrix} 4 & -2 & 6 \\ 8 & 0 & 0 \\ 0 & -4 & -2 \end{pmatrix};$$

$$\text{и) } (-1)A + 3X = 2B, \text{ если } A = \begin{pmatrix} 4 & 5 \\ 1 & 3 \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} 1 & 5 \\ 7 & 9 \end{pmatrix}.$$

30. Вычислить определители:

$$\text{ф) } \begin{vmatrix} a & -a & a \\ a & a & -a \\ a & -a & -a \end{vmatrix};$$

$$\text{б) } \begin{vmatrix} x^2 & x & 1 \\ y^2 & y & 1 \\ z^2 & z & 1 \end{vmatrix}.$$

31. Решить уравнения:

$$\text{а) } \begin{vmatrix} 1 & 3 & x \\ 4 & 5 & -1 \\ 2 & -1 & 5 \end{vmatrix} = 0; \text{ б) } \begin{vmatrix} 3 & x & -4 \\ 2 & -1 & 3 \\ x+10 & 1 & 1 \end{vmatrix} = 0.$$

32. Решить неравенства:

$$\text{а) } \begin{vmatrix} 3 & -2 & 1 \\ 1 & x & -2 \\ -1 & 2 & -1 \end{vmatrix} < 1; \text{ б) } \begin{vmatrix} 2 & x+2 & -1 \\ 1 & 1 & -2 \\ 5 & -3 & x \end{vmatrix} > 0.$$

33. Вычислить определитель:

$$\begin{vmatrix} 246 & 427 & 327 \\ 1014 & 543 & 443 \\ -342 & 721 & 621 \end{vmatrix}.$$

34. Решить матричные уравнения:

$$\text{а) } X \begin{pmatrix} 1 & 1 & -1 \\ 2 & 1 & 0 \\ 1 & -1 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & -1 & 3 \\ 4 & 3 & 2 \\ 1 & -2 & 5 \end{pmatrix};$$

$$\text{б) } \begin{pmatrix} 2 & 1 \\ 3 & 2 \end{pmatrix} X \begin{pmatrix} -3 & 2 \\ 5 & -3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -2 & 4 \\ 3 & -1 \end{pmatrix}.$$

35. Решить методом Гаусса СЛАУ:

$$\text{а) } \begin{cases} 2x^1 - x^2 - x^3 = 4, \\ 3x^1 + 4x^2 - 2x^3 = 11, \\ 3x^1 - 2x^2 + 4x^3 = 11; \end{cases}$$

$$\text{б) } \begin{cases} 2x^1 + x^2 - 4x^3 = 0, \\ 3x^1 + 5x^2 - 7x^3 = 0, \\ 4x^1 - 5x^2 - 6x^3 = 0; \end{cases} \text{ в) } \begin{cases} x^1 + 2x^2 + 3x^3 - 2x^4 = 6, \\ 2x^1 - x^2 - 2x^3 - 3x^4 = 8, \\ 3x^1 + 2x^2 - x^3 + 2x^4 = 4, \\ 2x^1 - 3x^2 + 2x^3 + x^4 = -8. \end{cases}$$

36. Пространство R^3 подвергается деформации под действием линейного оператора $\hat{A}$, заданного в каноническом базисе матрицей

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 2 & 3 & 1 \\ 3 & 1 & 2 \end{pmatrix}.$$

Найти объём треугольной пирамиды с вершинами

$$A(0; 0; 0); B(3; 3; 0); C(0; 3; 3); D(3; 0; 3)$$

до и после деформации пространства.

37. Пусть $\left\{ \vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3, \vec{a}_4 \right\} \subset X^4$ – некоторый базис, а

$$T = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 0 & 1 \\ 3 & 0 & -1 & 2 \\ 2 & 5 & 3 & 1 \\ 1 & 2 & 1 & 3 \end{pmatrix}$$

– матрица линейного оператора $\hat{T}: X^4 \rightarrow X^4$. Найти матрицу оператора в базисе

$\left\{ \vec{g}_1, \vec{g}_2, \vec{g}_3, \vec{g}_4 \right\} \subset X^4$, если:

$$\text{а) } \vec{g}_1 = 2\vec{a}_1 + \vec{a}_2 + \vec{a}_3 + \vec{a}_4, \vec{g}_2 = 3\vec{a}_1 + 2\vec{a}_2 + 3\vec{a}_3 + \vec{a}_4,$$

$$\vec{g}_3 = 4\vec{a}_1 + 3\vec{a}_2 + 2\vec{a}_3 + \vec{a}_4, \vec{g}_4 = 5\vec{a}_1 + 4\vec{a}_2 + 3\vec{a}_3 + 2\vec{a}_4;$$

$$\text{б) } \vec{g}_1 = 2\vec{a}_1 - \vec{a}_2 - 2\vec{a}_3 + 3\vec{a}_4, \vec{g}_2 = 3\vec{a}_1 - \vec{a}_2 - 2\vec{a}_3 + 2\vec{a}_4,$$

$$\vec{g}_3 = 2\vec{a}_1 - 2\vec{a}_3 + 2\vec{a}_4, \vec{g}_4 = 2\vec{a}_1 - \vec{a}_2 - \vec{a}_3 + 2\vec{a}_4.$$

38. Используя понятие ранга матрицы и теоремы о совместности, выяснить вопрос о совместности следующих СЛАУ:

$$\text{а) } \begin{cases} 2x^1 + x^2 - 4x^3 = 0, \\ 3x^1 + 5x^2 - 7x^3 = 0, \\ 4x^1 - 5x^2 - 6x^3 = 0; \end{cases} \text{ б) } \begin{cases} x^1 + x^2 + x^3 + x^4 = 0, \\ x^1 + 2x^2 + 3x^3 - x^4 = 0, \\ x^1 + 4x^2 + 5x^3 + 2x^4 = 0, \\ x^1 - x^3 + 3x^4 = 0. \end{cases}$$

39. При каких значениях параметра a СЛАУ является совместной:

$$\text{а) } \begin{cases} x^1 - 2x^2 + x^3 + x^4 = a, \\ x^1 - 2x^2 + x^3 - x^4 = -1, \\ x^1 - 2x^2 + x^3 + 5x^4 = 5; \end{cases} \text{ б) } \begin{cases} 3x^1 - 5x^2 + 2x^3 + 4x^4 = 2, \\ 7x^1 - 4x^2 + x^3 + 3x^4 = a, \\ 5x^1 + ax^2 - 4x^3 - 6x^4 = 3. \end{cases}$$

40. Найти ядро оператора, заданного в пространстве R^3 своей матрицей

$$A = \begin{pmatrix} 1 & -1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}.$$

Дать геометрическую интерпретацию и получить параметрические уравнения ядра.

41. Найти ядро, дефект, ранг и множество значений линейного оператора $\hat{A}: R^m \rightarrow R^n$, заданного в некоторых базисах

$$\left\{ \vec{e}_1, \vec{e}_2, \dots, \vec{e}_m \right\} \subset R^m, \left\{ \vec{a}_1, \vec{a}_2, \dots, \vec{a}_n \right\} \subset R^n$$

своей матрицей:

$$\begin{aligned}
 & \text{а) } \begin{pmatrix} 2 & 0 & 1 \\ 0 & -1 & -2 \\ 2 & 1 & -2 \end{pmatrix}; \text{б) } \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ -1 & 1 & 1 \\ -1 & -1 & 1 \end{pmatrix}; \text{в) } \begin{pmatrix} 2 & 1 & 0 & 0 \\ 3 & 2 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 3 & 4 \\ 2 & -1 & 2 & 3 \end{pmatrix}; \\
 & \text{г) } \begin{pmatrix} 1 & -1 & 1 \\ 2 & 1 & 3 \\ 1 & 2 & -1 \\ -1 & 2 & 0 \end{pmatrix}; \text{д) } \begin{pmatrix} 2 & -1 & 1 & 1 \\ -1 & 1 & -2 & 2 \\ 2 & 1 & -5 & 11 \end{pmatrix}; \text{е) } \begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 & -1 \\ -1 & 1 & 2 & 2 \\ 1 & 3 & -1 & 0 \end{pmatrix}.
 \end{aligned}$$

Часть 2. ОПЕРАТОРЫ В ЕВКЛИДОВЫХ ПРОСТРАНСТВАХ.

ГЕОМЕТРИЯ ПРОСТРАНСТВА E^n

Практическое занятие 1. Подпространства. Специальные типы линейных операторов в евклидовом пространстве

Предварительные сведения

Пусть $\hat{T}: X^n \rightarrow \hat{T}(X^n)$ – линейный оператор. Тогда, если для вектора $\vec{x} \in X^n \left(\vec{x} \neq \vec{0} \right)$

и некоторого числа μ выполняется соотношение

$$\hat{T} \vec{x} = \mu \vec{x},$$

то вектор $\vec{x}$ называется **собственным вектором** оператора $\hat{T}$, соответствующим **собственному значению** μ . Если в пространстве X^n зафиксирован базис, то последнее равенство сводится к однородной СЛАУ

$$\begin{pmatrix} t_1^1 & t_2^1 & \dots & t_n^1 \\ t_1^2 & t_2^2 & \dots & t_n^2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ t_1^n & t_2^n & \dots & t_n^n \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x^1 \\ x^2 \\ \dots \\ x^n \end{pmatrix} = \mu \begin{pmatrix} x^1 \\ x^2 \\ \dots \\ x^n \end{pmatrix} \Rightarrow \begin{cases} (t_1^1 - \mu)x^1 + t_2^1 x^2 + \dots + t_n^1 x^n = 0, \\ t_1^2 x^1 + (t_2^2 - \mu)x^2 + \dots + t_n^2 x^n = 0, \\ \dots, \\ t_1^n x^1 + t_2^n x^2 + \dots + (t_n^n - \mu)x^n = 0. \end{cases}$$

Система $\left\{ \begin{matrix} \vec{x}_1, \vec{x}_2, \dots, \vec{x}_m \end{matrix} \right\}$ собственных векторов линейного оператора

$\hat{T}: X^n \rightarrow \hat{T}(X^n)$, соответствующих попарно различным собственным значениям $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_m$, линейно независима.

Линейный оператор $\hat{T}$, действующий в n -мерном пространстве X^n и имеющий n попарно различных собственных значений, называется **оператором простой структуры**. Матрица оператора простой структуры имеет диагональный вид.

Из критерия нетривиальной совместности однородной СЛАУ следует, что

$$T(\mu) \stackrel{\text{def}}{=} \det(t_j^i - \mu \delta_j^i) = \begin{vmatrix} t_1^1 - \mu & t_2^1 & \dots & t_n^1 \\ t_1^2 & t_2^2 - \mu & \dots & t_n^2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ t_1^n & t_2^n & \dots & t_n^n - \mu \end{vmatrix} = 0.$$

Это равенство есть **характеристическое уравнение**, а многочлен в левой части – **характеристический многочлен**. Из характеристического уравнения определяются собственные значения линейного оператора, а из однородной СЛАУ его собственные векторы.

Подпространство $X_{inv} \subset X^n$ называется **инвариантным подпространством оператора**

$$\hat{T}: X^n \rightarrow \hat{T}(X^n), \text{ если } \left(\forall \vec{x} \in X_{inv} \right) \vec{y} = \hat{T} \vec{x} \in X_{inv}.$$

Пусть $\hat{T}: E^m \rightarrow E^n$ – некоторый линейный оператор. Оператор $\hat{T}^*: E^n \rightarrow E^m$ называется **сопряжённым по отношению к оператору $\hat{T}$** , если $\left(\forall \vec{x} \in E^m, \forall \vec{y} \in E^n \right)$

выполняется условие

$$\left(\hat{T} \vec{x}, \vec{y} \right) = \left(\vec{x}, \hat{T}^* \vec{y} \right).$$

Матрица оператора, сопряжённого с оператором $\hat{T}^*: E^n \rightarrow E^m$ связана следующим соотношением:

$$t_j^{k*} = \overline{t_k^j}.$$

В случае вещественных пространств комплексное сопряжение отсутствует.

Если $\hat{T}: E^m \rightarrow E^n$, $\hat{R}: E^m \rightarrow E^n$ – некоторые операторы и $\beta \in C$ – произвольное число, то справедливы следующие пять свойств сопряжённого оператора:

$$\begin{aligned} 1) \left(\hat{T}^* \right)^* &= \hat{T}; 2) \left(\hat{T}^* \right)^{-1} = \left(\hat{T}^{-1} \right)^*; 3) \left(\beta \hat{T} \right)^* = \overline{\beta} \hat{T}^*; \\ 4) \left(\hat{T} + \hat{R} \right)^* &= \hat{T}^* + \hat{R}^*; 5) \left(\hat{T} \hat{R} \right)^* = \hat{R}^* \hat{T}^*. \end{aligned}$$

Линейный оператор $\hat{T}: E^n \rightarrow E^n$ называется **самосопряжённым (эрмитовым)**, если $\hat{T}^* = \hat{T}$. Матрица самосопряжённого оператора является симметрической, то есть связана с матрицей самого оператора соотношением

$$t_j^i = t_i^j.$$

Оператор $\hat{T}$, действующий в вещественном евклидовом пространстве E^n , называется **ортогональным**, если он сохраняет скалярное произведение, то есть

$$\left(\forall \vec{x}, \vec{y} \in E^n \right) \left(\hat{T} \vec{x}, \hat{T} \vec{y} \right) = \left(\vec{x}, \vec{y} \right).$$

Ортогональные операторы $\hat{T}: E^n \rightarrow E^n$ в вещественном евклидовом пространстве E^n обладают следующими свойствами:

- 1) единичный оператор является ортогональным;
- 2) композиция ортогональных операторов также является ортогональным оператором;
- 3) оператор, обратный ортогональному оператору, также является ортогональным;

4) если $\hat{T}: E^n \rightarrow E^n$ – ортогональный оператор, то оператор $\alpha \cdot \hat{T}$ является ортогональным в том и только в том случае, если $\alpha = \pm 1$.

Оператор $\hat{T}: E^n \rightarrow E^n$ является ортогональным в том и только в том случае, если он переводит хотя бы один ортонормированный базис снова в ортонормированный базис.

Пусть $\hat{T}: X^n \rightarrow \hat{T}(X^n)$ и

$$F_m(x) = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + \dots + a_m x^m \in C[x]$$

– некоторый многочлен. Тогда оператор

$$F_m(\hat{T}) = a_0 \hat{I} + a_1 \hat{T} + a_2 \hat{T}^2 + \dots + a_m \hat{T}^m$$

называется многочленом от оператора $\hat{T}$ или **операторным многочленом**.

Примеры с решением

Пример 2.1.1. В каноническом базисе $\left\{ \vec{e}_1, \vec{e}_2 \right\} \subset R^2$ оператор $\hat{T}$ задан матрицей

$$T = \begin{pmatrix} 3 & 1 \\ 2 & 4 \end{pmatrix}.$$

Найти собственные значения и собственные подпространства оператора $\hat{T}$.

Решение. 1. Составляем характеристическое уравнение:

$$\det(T - \mu \cdot I) = 0; \mu^2 - 7 \cdot \mu + 10 = 0.$$

Откуда получаем собственные значения оператора $\mu_1 = 2, \mu_2 = 5$.

2. Находим собственный вектор, соответствующий собственному значению $\mu_1 = 2$, для чего решаем СЛАУ

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 2 & 2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1^1 \\ x_1^2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}.$$

Получаем решение в виде

$$x_1^1 = -1, x_1^2 = 1 \Rightarrow |x_1\rangle = c|a_1\rangle, c \in R^1 \Rightarrow |a_1\rangle = \begin{pmatrix} -1 \\ 1 \end{pmatrix}.$$

Решением является бесконечное множество векторов

$$\vec{x} = c \vec{a}_1$$

– одномерное линейное многообразие с базисным вектором

$$\vec{a}_1 = -\vec{e}_1 + \vec{e}_2.$$

3. Аналогично находим собственный вектор, соответствующий собственному значению $\mu_2 = 5$, решая СЛАУ

$$\begin{pmatrix} -2 & 1 \\ 2 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1^1 \\ x_1^2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}.$$

Получаем решение в виде

$$x_2^1 = c/2, x_2^2 = c, c \in R^1 \Rightarrow |x_2\rangle = c|a_2\rangle \Rightarrow |a_2\rangle = \begin{pmatrix} 1/2 \\ 1 \end{pmatrix}.$$

Решением является бесконечное множество векторов

$$\vec{x} = c \vec{a}_2$$

– одномерное линейное многообразие с базисным вектором

$$\vec{a}_1 = \frac{1}{2} \vec{e}_1 + \vec{e}_2.$$

Оператор имеет два одномерных собственных подпространства

$$L\left\{\vec{a}_1\right\} = \left\{\vec{x} : \vec{x} = t\vec{a}_1; t \in R^1\right\}$$

и

$$L\left\{\vec{a}_2\right\} = \left\{\vec{x} : \vec{x} = t\vec{a}_2; t \in R^1\right\},$$

с образующими векторами

$$\vec{a}_1 = -\vec{e}_1 + \vec{e}_2, \vec{a}_2 = \frac{1}{2}\vec{e}_1 + \vec{e}_2. \otimes$$

Пример 2.1.2. Найти матрицу, собственные значения и собственные подпространства оператора (аффинора) зеркального отражения относительно координатной плоскости X^1OX^2 в пространстве R^3 .

Р е ш е н и е. Оператор зеркального отражения в пространстве R^3 относительно координатной плоскости X^1OX^2 , очевидно, действует по правилу (рисунок 2.2.1)

$$\left(\forall \vec{x} \in R^3\right) \vec{y} = \hat{R} \vec{x} = x^1 \vec{e}_1 + x^2 \vec{e}_2 - x^3 \vec{e}_3.$$

Поддействуем на базисные векторы оператором отражения:

$$\hat{R} \vec{e}_1 = \vec{e}_1; \hat{R} \vec{e}_2 = \vec{e}_2; \hat{R} \vec{e}_3 = -\vec{e}_3.$$

Следовательно, для матрицы оператора отражения относительно координатной плоскости

X^1OX^2 получаем:

$$R = \begin{pmatrix} r_1^1 & r_2^1 & r_3^1 \\ r_1^2 & r_2^2 & r_3^2 \\ r_1^3 & r_2^3 & r_3^3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \end{pmatrix}.$$

Характеристический многочлен оператора $\hat{R}$ имеет вид:

$$R(\mu) = \det \begin{pmatrix} 1-\mu & 0 & 0 \\ 0 & 1-\mu & 0 \\ 0 & 0 & -1-\mu \end{pmatrix} = (1-\mu) \cdot (1-\mu) \cdot (-1-\mu).$$

Откуда видно, что многочлен имеет простой корень $\mu_1 = -1$ и двукратный корень $\mu_2 = 1$.

1) Для собственного значения $\mu_2 = -1$ имеем

$$\begin{pmatrix} 2 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x^1 \\ x^2 \\ x^3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix},$$

откуда

$$\begin{pmatrix} x^1 \\ x^2 \\ x^3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ c \end{pmatrix}, c \in R^1$$

– любое действительное число. Собственное подпространство, соответствующее собственному значению $\mu_1 = -1$, есть линейная оболочка вида

$$c \cdot \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} \Rightarrow L\left\{\vec{e}_3\right\} = \left\{\vec{x} \in R^3 : \vec{x} = c \cdot \vec{e}_3; c \in R^1\right\},$$

то есть ось OX^3 .

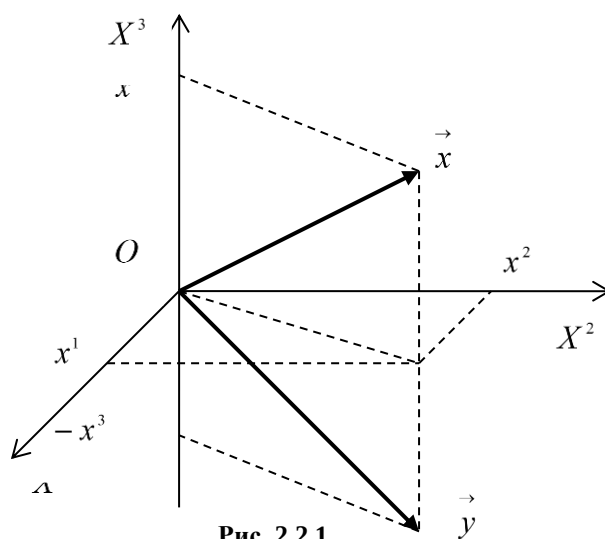


Рис. 2.2.1.

2) Для собственного значения $\mu_2 = 1$ имеем

$$\begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x^1 \\ x^2 \\ x^3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix},$$

откуда

$$|x\rangle \equiv \begin{pmatrix} x^1 \\ x^2 \\ x^3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a \\ b \\ 0 \end{pmatrix} = a \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} + b \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix},$$

где $a, b \in R^1$ – любые действительные числа. Получаем собственное подпространство, соответствующее собственному значению $\mu_1 = 1$, являющееся линейной оболочкой вида

$$L\left\{\vec{e}_1, \vec{e}_2\right\} = \left\{\vec{x} \in R^3 : \vec{x} = a \cdot \vec{e}_1 + b \cdot \vec{e}_2; a, b \in R^1\right\},$$

то есть координатной плоскостью X^1OX^2 . Это подпространство является прямой суммой двух собственных подпространств $OX^1 \oplus OX^2$. $\otimes$

Пример 2.1.3. В евклидовом пространстве E^3 в ортонормированном (каноническом) базисе

$\left\{ \vec{e}_1, \vec{e}_2, \vec{e}_3 \right\}$ оператор $\hat{T}: E^3 \rightarrow E^3$ задан матрицей

$$T = \begin{pmatrix} 3 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & -1 \\ 1 & -1 & 2 \end{pmatrix}.$$

Найти собственные значения и собственные подпространства оператора.

Решение. Составим характеристическое уравнение:

$$T = \begin{pmatrix} 3-\mu & 0 & 0 \\ 1 & 2-\mu & -1 \\ 1 & -1 & 2-\mu \end{pmatrix} \Rightarrow (3-\mu)(\mu^2 - 4\mu + 3) = 0.$$

Собственные значения $\mu_1 = 1, \mu_{2,3} = 3$.

Собственный вектор, соответствующий $\mu_1 = 1$ находится как решение системы уравнений

$$\begin{cases} 2x^1 + 0x^2 + 0x^3 = 0, \\ x^1 + x^2 - x^3 = 0, \\ x^1 - x^2 + x^3 = 0. \end{cases}$$

Решение имеет вид:

$$|a_1\rangle = \begin{pmatrix} a_1^1 \\ a_1^2 \\ a_1^3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}.$$

Собственный вектор, соответствующий $\mu_{2,3} = 3$ находится как решение системы уравне-

ний

$$\begin{cases} 0x^1 + 0x^2 + 0x^3 = 0, \\ x^1 - x^2 - x^3 = 0, \\ x^1 - x^2 - x^3 = 0. \end{cases}$$

Решение имеет вид:

$$|a_2\rangle = \begin{pmatrix} a_2^1 \\ a_2^2 \\ a_2^3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix}; |x_3\rangle = \begin{pmatrix} a_3^1 \\ a_3^2 \\ a_3^3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}.$$

Получаем два собственных подпространства:

$$X_1 = \{\vec{x} : \vec{x} = t\vec{a}_1; t \in R^1\}; X_2 = \{\vec{x} : \vec{x} = t\vec{a}_2 + \tau\vec{a}_3; t, \tau \in R^1\} \otimes$$

Пример 2.1.4. Линейный оператор $\hat{T} : E^3 \rightarrow E^3$ в некотором ортонормированном базисе $\left\{ \vec{e}_1, \vec{e}_2, \vec{e}_3 \right\}$ задан матрицей

$$T_e = \begin{pmatrix} 11 & 2 & -8 \\ 2 & 2 & 10 \\ -8 & 10 & 5 \end{pmatrix}.$$

Построить в пространстве E^3 ортонормированный базис собственных векторов оператора $\hat{T}$ и записать матрицу оператора $\hat{T}$ в этом базисе.

Решение. Составим характеристический многочлен оператора $\hat{T}$:

$$T(\mu) = \begin{vmatrix} 11-\mu & 2 & -8 \\ 2 & 2-\mu & 10 \\ -8 & 10 & 5-\mu \end{vmatrix} = -\mu^3 + 18\mu^2 + 81\mu - 1458.$$

Откуда характеристическое уравнение

$$\mu^3 - 18\mu^2 - 81\mu + 1458 = 0 \Rightarrow (\mu - 18)(\mu^2 - 81) = 0,$$

или

$$(\mu - 18)(\mu - 9)(\mu + 9) = 0.$$

Откуда собственные значения оператора

$$\mu_1 = -9, \mu_2 = 9, \mu_3 = 18.$$

Оператор является симметрическим, то есть самосопряжённым. Поэтому все собственные значения оператора различны, а собственные векторы ортогональны. Найдём собственные векторы

оператора $\hat{T}$ в базисе $\left\{ \vec{e}_1, \vec{e}_2, \vec{e}_3 \right\}$.

1) Для собственного значения $\mu_1 = -9$ имеем однородную СЛАУ:

$$\begin{pmatrix} 20 & 2 & -8 \\ 2 & 11 & 10 \\ -8 & 10 & 14 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x^1 \\ x^2 \\ x^3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}.$$

Определитель

$$\begin{vmatrix} 20 & 2 & -8 \\ 2 & 11 & 10 \\ -8 & 10 & 14 \end{vmatrix} = 0$$

– СЛАУ нетривиально совместна. Базисный минор – угловой. Принимая третью координату за свободное неизвестное, решаем СЛАУ из первых двух уравнений по формулам Крамера:

$$\begin{cases} 10x^1 + x^2 = 4a, \\ 2x^1 + 11x^2 = -10a; \end{cases} \det A = 108 \neq 0; \begin{pmatrix} x^1 \\ x^2 \\ x^3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{1}{2}a \\ -a \\ a \end{pmatrix} = a \begin{pmatrix} 1/2 \\ -1 \\ 1 \end{pmatrix}.$$

Итак, первое собственное подпространство оператора есть линейная оболочка вида

$$E^1 = L \left\{ \vec{a}_1 \right\},$$

где базисный вектор

$$\vec{a}_1 = \frac{1}{2} \vec{e}_1 - \vec{e}_2 + \vec{e}_3.$$

2) Для собственного значения $\mu_2 = 9$ имеем однородную СЛАУ:

$$\begin{pmatrix} 2 & 2 & -8 \\ 2 & -7 & 10 \\ -8 & 10 & -4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x^1 \\ x^2 \\ x^3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}.$$

Определитель

$$\begin{vmatrix} 2 & 2 & -8 \\ 2 & -7 & 10 \\ -8 & 10 & -4 \end{vmatrix} = 0$$

– СЛАУ нетривиально совместна. Базисный минор матрицы СЛАУ – угловой минор. Принимая третью координату за свободное неизвестное, решаем СЛАУ из первых двух уравнений по формулам Крамера:

$$\begin{cases} 2x^1 + 2x^2 = 8a, \\ 2x^1 - 7x^2 = -10a; \end{cases} \det A = -18 \neq 0; \begin{pmatrix} x^1 \\ x^2 \\ x^3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2a \\ 2a \\ a \end{pmatrix} = a \begin{pmatrix} 2 \\ 2 \\ 1 \end{pmatrix}.$$

Итак, второе собственное подпространство оператора есть линейная оболочка вида

$$E^2 = L\left\{ \vec{a}_2 \right\},$$

где базисный вектор

$$\vec{a}_2 = 2\vec{e}_1 + 2\vec{e}_2 + \vec{e}_3.$$

3) Для собственного значения $\mu_3 = 18$ имеем однородную СЛАУ:

$$\begin{pmatrix} -7 & 2 & -8 \\ 2 & -16 & 10 \\ -8 & 10 & -13 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x^1 \\ x^2 \\ x^3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}.$$

Для решения этой СЛАУ применим критерий нетривиальной совместности однородной СЛАУ.

Определитель СЛАУ

$$\begin{vmatrix} -7 & 2 & -8 \\ 2 & -16 & 10 \\ -8 & 10 & -13 \end{vmatrix} = 0,$$

следовательно, СЛАУ нетривиально совместна. Базисный минор матрицы СЛАУ – угловой минор

$$\begin{vmatrix} -7 & 2 \\ 2 & -16 \end{vmatrix} = 108.$$

Поэтому первые два уравнения СЛАУ линейно независимы. Принимая третью координату вектора за свободное неизвестное, то есть, полагая $x^3 = a$, где a – произвольное действительное число, решаем СЛАУ из первых двух уравнений по формулам Крамера:

$$\begin{cases} -7x^1 + 1x^2 = -5a, \\ 2x^1 - 16x^2 = -10a; \end{cases} \det A = -54 \neq 0; \begin{pmatrix} x^1 \\ x^2 \\ x^3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -a \\ \frac{1}{2}a \\ a \end{pmatrix} = a \begin{pmatrix} -1 \\ 1/2 \\ 1 \end{pmatrix}.$$

Итак, третье собственное подпространство оператора есть линейная оболочка вида

$$E^3 = L\left\{ \vec{a}_3 \right\},$$

где базисный вектор

$$\vec{a}_3 = -\vec{e}_1 + \frac{1}{2}\vec{e}_2 + \vec{e}_3.$$

4) Найденные собственные векторы ортогональны. Нормируем их:

$$\vec{h}_1 = \frac{\vec{a}_1}{\|\vec{x}_1\|} = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{1}{4} + 1}} \vec{a}_1 = -\frac{2}{3}\vec{e}_1 + \frac{1}{3}\vec{e}_2 + \frac{2}{3}\vec{e}_3;$$

$$\vec{h}_2 = \frac{\vec{a}_2}{\|\vec{x}_2\|} = \frac{1}{\sqrt{4 + 4 + 1}} \vec{a}_2 = \frac{2}{3}\vec{e}_1 + \frac{2}{3}\vec{e}_2 + \frac{1}{3}\vec{e}_3;$$

$$\vec{h}_3 = \frac{\vec{a}_3}{\|\vec{a}_3\|} = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{4}+1+1}} \vec{a}_3 = \frac{1}{3} \vec{e}_1 - \frac{2}{3} \vec{e}_2 + \frac{2}{3} \vec{e}_3.$$

5) Матрица перехода от старого базиса к новому базису

$$A: \left\{ \vec{e}_1, \vec{e}_2, \vec{e}_3 \right\} \rightarrow \left\{ \vec{h}_1, \vec{h}_2, \vec{h}_3 \right\}$$

имеет вид:

$$A = \frac{1}{3} \begin{pmatrix} -2 & 1 & 2 \\ 2 & 2 & 1 \\ 1 & -2 & 2 \end{pmatrix}; \det A = -1 \neq 0; A^T = \frac{1}{3} \begin{pmatrix} -2 & 2 & 1 \\ 1 & 2 & -2 \\ 2 & 1 & 2 \end{pmatrix}.$$

Обратная матрица к матрице перехода от старого базиса к новому базису и транспонированная к ней имеют вид:

$$A^{-1} = -\frac{1}{2} \operatorname{adg} A = \frac{1}{3} \begin{pmatrix} -2 & 2 & 1 \\ 1 & 2 & -2 \\ 2 & 1 & 2 \end{pmatrix}; (A^{-1})^T = \frac{1}{3} \begin{pmatrix} -2 & 1 & 2 \\ 2 & 2 & 1 \\ 1 & -2 & 2 \end{pmatrix}.$$

Находим матрицу оператора в новом базисе $\left\{ \vec{h}_1, \vec{h}_2, \vec{h}_3 \right\}$:

$$\begin{aligned} T_a &= (A^{-1})^T T_e A^T = \frac{1}{9} \begin{pmatrix} -2 & 1 & 2 \\ 2 & 2 & 1 \\ 1 & -2 & 2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 11 & 2 & -8 \\ 2 & 2 & 10 \\ -8 & 10 & 5 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -2 & 2 & 1 \\ 1 & 2 & -2 \\ 2 & 1 & 2 \end{pmatrix} = \\ &= \begin{pmatrix} 18 & 0 & 0 \\ 0 & 9 & 0 \\ 0 & 0 & -9 \end{pmatrix}. \otimes \end{aligned}$$

Пример 2.1.5. В евклидовом пространстве E^3 в ортонормированном (каноническом) базисе $\left\{ \vec{e}_1, \vec{e}_2, \vec{e}_3 \right\}$ оператор $\hat{T}: E^3 \rightarrow E^3$ задан матрицей

$$\begin{pmatrix} t_1^1 & t_2^1 & t_3^1 \\ t_1^2 & t_2^2 & t_3^2 \\ t_1^3 & t_2^3 & t_3^3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 2 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}.$$

Найти матрицу оператора $\hat{T}^*$ в базисе

$$\vec{g}_1 = \vec{e}_1 + \vec{e}_2 + \vec{e}_3, \vec{g}_2 = \vec{e}_2 + \vec{e}_3, \vec{g}_3 = \vec{e}_2 - \vec{e}_3.$$

Р е ш е н и е. Находим матрицу сопряжённого оператора в старом (ортонормированном) базисе:

$$T_e^* = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 2 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}^T = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 2 & 0 & 0 \end{pmatrix}.$$

Записываем матрицу перехода от старого базиса к новому базису и транспонируем её:

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & -1 \end{pmatrix}; A^T = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 \end{pmatrix}.$$

Находим матрицу, обратную к матрице перехода от старого базиса к новому базису. Определитель матрицы

$$\det A = -2.$$

Алгебраические дополнения

$$A_1^1 = -2, A_2^1 = 0, A_3^1 = 0,$$

$$A_1^2 = 2, A_2^2 = -1, A_3^2 = -1,$$

$$A_1^3 = 0, A_2^3 = -1, A_3^3 = 1;$$

$$\text{adg}A = \begin{pmatrix} -2 & 2 & 0 \\ 0 & -1 & -1 \\ 0 & -1 & 1 \end{pmatrix}; A^{-1} = -\frac{1}{2} \begin{pmatrix} -2 & 2 & 0 \\ 0 & -1 & -1 \\ 0 & -1 & 1 \end{pmatrix}.$$

Находим матрицу оператора $\hat{T}^*$ в новом базисе:

$$\begin{aligned}
T_g^* &= (A^{-1})^T T_e^* A^T = -\frac{1}{2} \cdot \begin{pmatrix} -2 & 2 & 0 \\ 0 & -1 & -1 \\ 0 & -1 & 1 \end{pmatrix}^T \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 2 & 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 \end{pmatrix} = \\
&= -\frac{1}{2} \begin{pmatrix} -2 & -2 & -2 \\ -1 & 1 & 3 \\ 1 & -1 & 1 \end{pmatrix} \cdot \otimes
\end{aligned}$$

Пример 2.1.6. Ранее показано, что линейная оболочка $L\left\{\vec{g}_1, \vec{g}_2\right\}$, где элементы L вы-

числяются по формулам

$$\vec{g}_1 = \alpha_1 \cdot \sin x + \beta_1 \cdot \cos x, \quad \vec{g}_2 = \alpha_2 \cdot \sin x + \beta_2 \cdot \cos x,$$

а скалярное произведение определено формулой

$$\left(\vec{g}_1, \vec{g}_2\right) = \alpha_1 \cdot \alpha_2 + \beta_1 \cdot \beta_2 + \frac{1}{2} \cdot (\alpha_1 \cdot \beta_2 + \alpha_2 \cdot \beta_1),$$

является двумерным линейным многообразием с ортонормированным базисом

$$\vec{e}_1 = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \sin x + \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \cos x, \quad \vec{e}_2 = \sin x - \cos x.$$

1) Найти матрицу оператора дифференцирования $\hat{D}$ в базисе $\left\{\vec{e}_1, \vec{e}_2\right\}$ и матрицу сопря-

жённого оператора $\hat{D}^*$.

2) Выяснить, является ли оператор $\hat{D}$ симметрическим.

Р е ш е н и е. Находим матрицу оператора дифференцирования в базисе

$$\left\{\vec{e}_1, \vec{e}_2\right\} \subset R^2.$$

Для чего находим образы базисных векторов $\left\{\vec{e}_1, \vec{e}_2\right\}$:

$$\begin{aligned}\hat{D} \vec{e}_1 &= \frac{d}{dx} \left(\frac{1}{3} \cdot \sin x + \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \cos x \right) = \frac{1}{\sqrt{3}} (\cos x - \sin x) = \\ &= 0 \cdot \vec{e}_1 - \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \vec{e}_2;\end{aligned}$$

$$\hat{D} \vec{e}_2 = \frac{d}{dx} (\sin x - \cos x) = \cos x + \sin x = \sqrt{3} \cdot \vec{e}_1 + 0 \cdot \vec{e}_2.$$

Следовательно, матрица оператора $\hat{D}$ в базисе $\left\{ \vec{e}_1, \vec{e}_2 \right\}$ имеет вид:

$$D = \begin{pmatrix} d_1^1 & d_2^1 \\ d_1^2 & d_2^2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & \sqrt{3} \\ -\frac{1}{\sqrt{3}} & 0 \end{pmatrix}.$$

Данное многообразие является вещественным пространством, поэтому матрица сопряжённого оператора $\hat{D}^*$ равна транспонированной матрице оператора $\hat{D}$, то есть

$$D^* = \begin{pmatrix} d_1^1 & d_1^2 \\ d_2^1 & d_2^2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & -\frac{1}{\sqrt{3}} \\ \sqrt{3} & 0 \end{pmatrix}.$$

Так как в базисе $\left\{ \vec{e}_1, \vec{e}_2 \right\}$ для матрицы оператора $\hat{D}$ имеем $d_2^1 \neq d_1^2$, оператор не является симметрическим. $\otimes$

Пример 2.1.7. В евклидовом пространстве E^3 линейный оператор $\hat{T}$ переводит систему векторов $\left\{ \vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3 \right\}$ в систему векторов $\left\{ \vec{g}_1, \vec{g}_2, \vec{g}_3 \right\}$. Является ли этот оператор самосопряжённым, если:

$$|a_1\rangle = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}; |a_2\rangle = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}; |a_3\rangle = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix};$$

$$|g_1\rangle = \begin{pmatrix} 2 \\ 3 \\ 1 \end{pmatrix}; |g_2\rangle = \begin{pmatrix} -1 \\ 0 \\ 3 \end{pmatrix}; |g_3\rangle = \begin{pmatrix} -5 \\ 1 \\ 4 \end{pmatrix}.$$

Решение. По условию задачи имеем

$$T \overset{\wedge}{\vec{a}}_1 = \vec{g}_1, T \overset{\wedge}{\vec{a}}_2 = \vec{g}_2, T \overset{\wedge}{\vec{a}}_3 = \vec{g}_3,$$

откуда для векторов-столбцов из координат получаем:

$$\begin{pmatrix} t_1^1 & t_2^1 & t_3^1 \\ t_1^2 & t_2^2 & t_3^2 \\ t_1^3 & t_2^3 & t_3^3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2 \\ 3 \\ 1 \end{pmatrix} \Rightarrow \begin{aligned} t_2^1 + t_3^1 &= 2, \\ t_2^2 + t_3^2 &= 3, \\ t_2^3 + t_3^3 &= 1; \end{aligned}$$

$$\begin{pmatrix} t_1^1 & t_2^1 & t_3^1 \\ t_1^2 & t_2^2 & t_3^2 \\ t_1^3 & t_2^3 & t_3^3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 \\ 0 \\ 3 \end{pmatrix} \Rightarrow \begin{aligned} t_1^1 + t_3^1 &= -1, \\ t_1^2 + t_3^2 &= 0, \\ t_1^3 + t_3^3 &= 3; \end{aligned}$$

$$\begin{pmatrix} t_1^1 & t_2^1 & t_3^1 \\ t_1^2 & t_2^2 & t_3^2 \\ t_1^3 & t_2^3 & t_3^3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -5 \\ 1 \\ 4 \end{pmatrix} \Rightarrow \begin{aligned} t_1^1 + t_2^1 &= -5, \\ t_1^2 + t_2^2 &= 1, \\ t_1^3 + t_2^3 &= 4. \end{aligned}$$

Из последних равенств получаем три СЛАУ для элементов матрицы оператора:

для элементов первой строки

$$\begin{cases} t_2^1 + t_3^1 = 2, \\ t_1^1 + t_3^1 = -1, \\ t_1^1 + t_2^1 = -5; \end{cases}$$

для элементов второй строки

$$\begin{cases} t_2^2 + t_3^2 = 3, \\ t_1^2 + t_3^2 = 0, \\ t_1^2 + t_2^2 = 1; \end{cases}$$

для элементов третьей строки

$$\begin{cases} t_2^3 + t_3^3 = 1, \\ t_1^3 + t_3^3 = 3, \\ t_1^3 + t_2^3 = 4. \end{cases}$$

Решая эти СЛАУ по формулам Крамера, получаем матрицу оператора:

$$T = \begin{pmatrix} -4 & -1 & 3 \\ -1 & 2 & 1 \\ 3 & 1 & 0 \end{pmatrix}.$$

Видим, что $(\forall i \neq j = 1, 2, 3) t_i^j = t_j^i$. Следовательно, оператор $\hat{T}$ является самосопряжённым. $\otimes$

Пример 2.1.8. Матрица линейного оператора $\hat{T} : E^3 \rightarrow E^3$ в базисе векторов $\left\{ \vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3 \right\} \subset E^3$ имеет вид:

$$T' = \begin{pmatrix} 2/3 & 1 & 0 \\ -1 & 0 & 0 \\ 2/3 & 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

Выяснить, является ли оператор $\hat{T}$ ортогональным, если в ортонормированном базисе $\left\{ \vec{e}_1, \vec{e}_2, \vec{e}_3 \right\}$ имеют место разложения

$$\vec{a}_1 = \vec{e}_2 + \vec{e}_3, \vec{a}_2 = \vec{e}_1 + \vec{e}_3, \vec{a}_3 = \vec{e}_1 + \vec{e}_2.$$

Решение. 1) *Первый способ.* Проверим выполнение определения ортогональности, то есть выполнение условия

$$\left(\forall \vec{x}, \vec{y} \in E^n \right) \left(\hat{T} \vec{x}, \hat{T} \vec{y} \right) = \left(\vec{x}, \vec{y} \right).$$

Найдём скалярное произведение векторов $\vec{x}, \vec{y} \in E^3$ в произвольном базисе

$$\left\{ \vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3 \right\} \subset E^3 \text{ по формуле}$$

$$\left(\vec{x}, \vec{y} \right) = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 g_{ij} x^i y^j,$$

где

$$\vec{x} = x^1 \vec{a}_1 + x^2 \vec{a}_2 + x^3 \vec{a}_3, \quad \vec{y} = y^1 \vec{a}_1 + y^2 \vec{a}_2 + y^3 \vec{a}_3,$$

а матрица метрических коэффициентов имеет вид

$$G = (g_{ij}) = \begin{pmatrix} \left(\vec{a}_1, \vec{a}_1 \right) & \left(\vec{a}_1, \vec{a}_2 \right) & \left(\vec{a}_1, \vec{a}_3 \right) \\ \left(\vec{a}_2, \vec{a}_1 \right) & \left(\vec{a}_2, \vec{a}_2 \right) & \left(\vec{a}_2, \vec{a}_3 \right) \\ \left(\vec{a}_3, \vec{a}_1 \right) & \left(\vec{a}_3, \vec{a}_2 \right) & \left(\vec{a}_3, \vec{a}_3 \right) \end{pmatrix}.$$

Несложные вычисления показывают, что

$$G = (g_{ij}) = \begin{pmatrix} 2 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 2 \end{pmatrix}.$$

Теперь получаем для скалярного произведения произвольных векторов $\vec{x}$ и $\vec{y}$ следующий результат:

$$\begin{aligned} \left(\vec{x}, \vec{y} \right) &= \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 g_{ij} x^i y^j = 2x^1 y^1 + x^1 y^2 + x^1 y^3 + \\ &+ x^2 y^1 + 2x^2 y^2 + x^2 y^3 + x^3 y^1 + x^3 y^2 + 2x^3 y^3. \end{aligned}$$

Находим координаты образов векторов $\vec{x}$ и $\vec{y}$ при действии оператора $\hat{T}$:

$$\hat{T} \vec{x} = \vec{u} \Rightarrow T|x\rangle = \begin{pmatrix} u^1 \\ u^2 \\ u^3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{2}{3} & 1 & 0 \\ -1 & 0 & 0 \\ \frac{2}{3} & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x^1 \\ x^2 \\ x^3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{2}{3}x^1 + x^2 \\ -x^1 \\ \frac{2}{3}x^1 + x^3 \end{pmatrix};$$

$$\hat{T} \vec{y} = \vec{v} \Rightarrow T|y\rangle = \begin{pmatrix} v^1 \\ v^2 \\ v^3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{2}{3} & 1 & 0 \\ -1 & 0 & 0 \\ \frac{2}{3} & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} y^1 \\ y^2 \\ y^3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{2}{3}y^1 + y^2 \\ -y^1 \\ \frac{2}{3}y^1 + y^3 \end{pmatrix}.$$

После подстановки найденных координат образов векторов $\vec{x}$, $\vec{y}$ и метрических коэффициентов g_{ij} в формулу для скалярного произведения

$$\left(\hat{T} \vec{x}, \hat{T} \vec{y} \right) = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 g_{ij} u^i v^j$$

и сравнения с формулой для скалярного произведения преобразов, убеждаемся в справедливости равенства

$$\left(\hat{T} \vec{x}, \hat{T} \vec{y} \right) = \left(\vec{x}, \vec{y} \right).$$

2) *Второй способ.* Матрица перехода от старого (ортонормированного) базиса $\left\{ \vec{e}_1, \vec{e}_2, \vec{e}_3 \right\}$ к новому базису $\left\{ \vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3 \right\}$ и обратная к ней матрица имеют, соответственно, вид:

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \end{pmatrix}; A^{-1} = \begin{pmatrix} -\frac{1}{2} & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} \\ \frac{1}{2} & -\frac{1}{2} & \frac{1}{2} \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & -\frac{1}{2} \end{pmatrix}.$$

Так как формула преобразования матрицы оператора при переходе от старого базиса к новому базису имеет вид

$$T' = (A^{-1})^T T A^T,$$

то для матрицы оператора в старом базисе $\left\{ \vec{e}_1, \vec{e}_2, \vec{e}_3 \right\}$ получаем:

$$\begin{aligned} T &= A^T T' (A^{-1})^T = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 2/3 & 1 & 0 \\ -1 & 0 & 0 \\ 2/3 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -1/2 & 1/2 & 1/2 \\ 1/2 & -1/2 & 1/2 \\ 1/2 & 1/2 & -1/2 \end{pmatrix} = \\ &= \begin{pmatrix} 2/3 & 1/3 & -2/3 \\ 1/3 & 2/3 & 2/3 \\ 2/3 & -2/3 & 1/3 \end{pmatrix}. \end{aligned}$$

Убедиться в том, что полученная матрица является ортогональной, можно с помощью свойств ортогональных матриц. Например, умножая матрицу T на транспонированную матрицу T^T , получим

$$T T^T = T^T T = I.$$

Таким образом, выполняется свойство $T^T = T^{-1}$. Следовательно, оператор $\hat{T}$ и, соответственно, его матрица являются ортогональными. $\otimes$

Пример 2.1.9. Пусть $\hat{T} : X \rightarrow X$. Показать, что если $X_{inv}^{(1)}, X_{inv}^{(2)}$ – инвариантные подпространства оператора $\hat{T}$, то $X_{inv}^{(1)} \cap X_{inv}^{(2)}$ и $X_{inv}^{(1)} + X_{inv}^{(2)}$ также являются инвариантными подпространствами оператора $\hat{T}$.

Решение. Пусть $X_{inv}^{(1)}, X_{inv}^{(2)}$ – инвариантные подпространства оператора $\hat{T}$. Предположим, что вектор $\vec{x} \in X_{inv}^{(1)} \cap X_{inv}^{(2)}$. Но тогда вектор $\vec{x} \in X_{inv}^{(1)}$ и $\vec{x} \in X_{inv}^{(2)}$, следовательно, и его образ

$$\hat{T} \vec{x} \in X_{inv}^{(1)} \wedge \hat{T} \vec{x} \in X_{inv}^{(2)}.$$

Теперь очевидно, что образ вектора $\vec{X}$ принадлежит пересечению этих подпространств, то есть

$$\hat{T} \vec{X} \in X_{inv}^{(1)} \cap X_{inv}^{(2)}.$$

Пусть теперь $\vec{X} \in X_{inv}^{(1)} + X_{inv}^{(2)}$. Тогда, по определению суммы подпространств

$$\vec{X} = \vec{X}_1 + \vec{X}_2, \quad \vec{X}_1 \in X_{inv}^{(1)}, \quad \vec{X}_2 \in X_{inv}^{(2)},$$

откуда в силу того, что снова $\hat{T} \vec{X} \in X_{inv}^{(1)} \cap X_{inv}^{(2)}$, получаем

$$\hat{T} \vec{X} = \hat{T} \vec{X}_1 + \hat{T} \vec{X}_2 \in X_{inv}^{(1)} + X_{inv}^{(2)}. \quad \otimes$$

Пример 2.1.10. Пусть $\hat{T} : X \rightarrow X$. Показать, что если оператор $\hat{T}$ биективный, то его инвариантное подпространство X_{inv} является инвариантным подпространством и для обратного

оператора $\hat{T}^{-1}$.

Решение. Известно, что линейный оператор $\hat{T} : X \rightarrow X$ взаимно однозначен (биективен) в том и только в том случае, если он невырожденный.

Пусть

$$\left\{ \vec{a}_1, \vec{a}_2, \dots, \vec{a}_m \right\} \subset X_{inv}^m$$

– базис в X_{inv}^m , тогда система образов векторов исходной системы

$$\left\{ \hat{T} \vec{a}_1, \hat{T} \vec{a}_2, \dots, \hat{T} \vec{a}_m \right\}$$

принадлежат тому же инвариантному подпространству и образуют в нём другой базис.

Покажем сначала, что система образов линейно независима. Для этого составим линейную комбинацию образов векторов

$$\left\{ \hat{T} \vec{a}_1, \hat{T} \vec{a}_2, \dots, \hat{T} \vec{a}_m \right\}$$

и потребуем, чтобы

$$\alpha_1 \hat{T} \vec{a}_1 + \alpha_2 \hat{T} \vec{a}_2 + \dots + \alpha_m \hat{T} \vec{a}_m = \overset{\rightarrow}{0}.$$

Далее получаем в силу линейности оператора $\hat{T}$

$$\hat{T} \left(\alpha_1 \vec{a}_1 + \alpha_2 \vec{a}_2 + \dots + \alpha_m \vec{a}_m \right) = \overset{\rightarrow}{0}.$$

Так как оператор невырожденный, то

$$\alpha_1 \vec{a}_1 + \alpha_2 \vec{a}_2 + \dots + \alpha_m \vec{a}_m = \overset{\rightarrow}{0}.$$

Последнее равенство, в силу линейной независимости системы

$$\left\{ \vec{a}_1, \vec{a}_2, \dots, \vec{a}_m \right\},$$

возможно только в случае одновременного обращения в нуль всех коэффициентов линейной комбинации. Что и доказывает линейную независимость системы образов.

Пусть теперь $\left(\forall \vec{X} \in X_{inv}^m \right)$. Разложим вектор $\vec{X}$ по базису из образов векторов исход-

ного базиса подпространства X_{inv}^m , то есть представим вектор $\vec{X}$ в виде

$$\vec{X} = x^1 \hat{T} \vec{a}_1 + x^2 \hat{T} \vec{a}_2 + \dots + x^m \hat{T} \vec{a}_m.$$

Так как для невырожденного линейного оператора обратный оператор снова линейный, то, действуя

на обе части оператором $\hat{T}^{-1}$, получаем

$$\begin{aligned} \hat{T}^{-1} \vec{X} &= x^1 \hat{T}^{-1} \hat{T} \vec{a}_1 + x^2 \hat{T}^{-1} \hat{T} \vec{a}_2 + \dots + x^m \hat{T}^{-1} \hat{T} \vec{a}_m = \\ &= x^1 \vec{a}_1 + x^2 \vec{a}_2 + \dots + x^m \vec{a}_m, \end{aligned}$$

причём

$$x^1 \vec{a}_1 + x^2 \vec{a}_2 + \dots + x^m \vec{a}_m \in X_{inv}^m,$$

так как он разложен по базису X_{inv} .

Итак, получили, что если $\vec{x} \in X_{inv}^m$, то $\hat{T}^{-1} \vec{x} \in X_{inv}^m \otimes$

Пример 2.1.11. Показать, что любое инвариантное подпространство оператора

$\hat{T}: X^n \rightarrow X^n$ является инвариантным и для операторного многочлена

$$F_p(\hat{T}) = a_0 \hat{I} + a_1 \hat{T} + a_2 \hat{T}^2 + \dots + a_p \hat{T}^p.$$

Решение. Пусть операторы $\hat{A}: X^n \rightarrow X^n$ и $\hat{B}: X^n \rightarrow X^n$ имеют одно и тоже инвариантное подпространство $Y^m \subset X^n$. Тогда

$$\left(\forall \vec{x} \in Y^m \right) \vec{y}_1 = \hat{A} \vec{x} \in Y^m \wedge \vec{y}_2 = \hat{B} \vec{x} \in Y^m.$$

Так как любые линейные комбинации векторов подпространства Y^m снова являются векторами этого же подпространства, то имеем

$$\alpha \cdot \vec{y}_1 + \beta \cdot \vec{y}_2 = \alpha \cdot \hat{A} \vec{x} + \beta \cdot \hat{B} \vec{x} = \left(\alpha \cdot \hat{A} + \beta \cdot \hat{B} \right) \vec{x} \in Y^m.$$

То есть подпространство $Y^m \subset X^n$, инвариантное относительно операторов $\hat{A}: X^n \rightarrow X^n$ и $\hat{B}: X^n \rightarrow X^n$, инвариантно и относительно оператора $\alpha \cdot \hat{A} + \beta \cdot \hat{B}$. Далее, из того, что

подпространство $Y^m \subset X^n$ является инвариантным относительно оператора $\hat{A}: X^n \rightarrow X^n$, следует, что оно инвариантно и относительно степеней этого оператора $\hat{A}^k$ ($k = 0, 1, \dots, p$)

.

Теперь очевидно, что любое инвариантное подпространство оператора $\hat{T}$ является инвариантным и относительно операторного многочлена

$$F_p(\hat{T}) = a_0 \hat{I} + a_1 \hat{T} + a_2 \hat{T}^2 + \dots + a_p \hat{T}^p \otimes$$

Практическое занятие 2. Некоторые задачи геометрии

евклидова пространства

Предварительные сведения

Система векторов $\left\{ \vec{x}_1, \vec{x}_2, \dots, \vec{x}_m \right\} \subset E^n$ линейно зависима в том и только в том случае, если определитель Грама системы

$$G\left(\vec{x}_1, \vec{x}_2, \dots, \vec{x}_m\right) \stackrel{\text{def}}{=} \begin{vmatrix} \begin{pmatrix} \vec{x}_1 & \vec{x}_1 \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} \vec{x}_1 & \vec{x}_2 \end{pmatrix} & \dots & \begin{pmatrix} \vec{x}_1 & \vec{x}_m \end{pmatrix} \\ \begin{pmatrix} \vec{x}_2 & \vec{x}_1 \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} \vec{x}_2 & \vec{x}_2 \end{pmatrix} & \dots & \begin{pmatrix} \vec{x}_2 & \vec{x}_m \end{pmatrix} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \begin{pmatrix} \vec{x}_m & \vec{x}_1 \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} \vec{x}_m & \vec{x}_2 \end{pmatrix} & \dots & \begin{pmatrix} \vec{x}_m & \vec{x}_m \end{pmatrix} \end{vmatrix}$$

равен нулю.

Рассмотрим в n -мерном евклидовом пространстве E^n некоторое подпространство L^m размерности $m < n$. Пусть дан некоторый вектор $\vec{x} \in E^n$, причём $\vec{x} \notin L^m$. Можно показать, что справедливо представление вектора $\vec{x}$ в виде следующего разложения

$$\vec{x} = \vec{g}_L + \vec{h}^\perp,$$

где вектор $\vec{g}_L$ принадлежит подпространству L^m , а вектор $\vec{h}^\perp$ ортогонален к этому подпространству. Векторы $\vec{x}$ и $\vec{g}_L$ называются, соответственно, **наклонной** к подпространству L^m и **проекцией** наклонной $\vec{x}$ на подпространство L^m . Вектор $\vec{h}^\perp$ называется **перпендикуляром**, опущенным из конца наклонной $\vec{x}$ на подпространство L^m .

Пусть в евклидовом пространстве E^n зафиксирована система векторов

$$\left\{ \vec{x}_1, \vec{x}_2, \dots, \vec{x}_m \right\} \quad (m < n).$$

Обозначим $\vec{h}_m^\perp$ перпендикуляр, опущенный из конца вектора $\vec{x}_{m+1}$ на подпространство

$$L\left\{\vec{x}_1, \vec{x}_2, \dots, \vec{x}_m\right\} \quad (m = 1, 2, \dots, n-1).$$

Формула для вычисления объёма m -мерного параллелепипеда в пространстве E^n имеет вид:

$$V^2 = G\left(\vec{x}_1, \vec{x}_2, \dots, \vec{x}_m\right) \equiv \begin{vmatrix} \left(\vec{x}_1, \vec{x}_1\right) & \left(\vec{x}_1, \vec{x}_2\right) & \dots & \left(\vec{x}_1, \vec{x}_m\right) \\ \left(\vec{x}_2, \vec{x}_1\right) & \left(\vec{x}_2, \vec{x}_2\right) & \dots & \left(\vec{x}_2, \vec{x}_m\right) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \left(\vec{x}_m, \vec{x}_1\right) & \left(\vec{x}_m, \vec{x}_2\right) & \dots & \left(\vec{x}_m, \vec{x}_m\right) \end{vmatrix}.$$

Примеры с решением

Пример 2.2.1. Используя критерий Грама линейной зависимости системы векторов в евклидовом пространстве, выяснить вопрос о линейной зависимости системы векторов

$$\left\{\vec{x}_1, \vec{x}_2, \vec{x}_3\right\} \subset R^3, \text{ если имеют место разложения}$$

$$\vec{x}_1 = \vec{e}_1 + 2\vec{e}_2 + 3\vec{e}_3, \quad \vec{x}_2 = 2\vec{e}_1 + 5\vec{e}_2 + 7\vec{e}_3, \quad \vec{x}_3 = 3\vec{e}_1 + 7\vec{e}_2 + 10\vec{e}_3.$$

Решение. Находим попарные скалярные произведения векторов системы:

$$\left(\vec{x}_1, \vec{x}_1\right) = 14, \quad \left(\vec{x}_1, \vec{x}_2\right) = 33, \quad \left(\vec{x}_1, \vec{x}_3\right) = 47.$$

$$\left(\vec{x}_2, \vec{x}_1\right) = 33, \quad \left(\vec{x}_2, \vec{x}_2\right) = 78, \quad \left(\vec{x}_2, \vec{x}_3\right) = 111,$$

$$\left(\vec{x}_3, \vec{x}_1\right) = 47, \quad \left(\vec{x}_3, \vec{x}_2\right) = 111, \quad \left(\vec{x}_3, \vec{x}_3\right) = 158.$$

Составляем определитель Грама и вычисляем его значение:

$$\begin{vmatrix} 14 & 33 & 47 \\ 33 & 78 & 111 \\ 47 & 111 & 158 \end{vmatrix} = 14 \cdot \begin{vmatrix} 78 & 111 \\ 111 & 158 \end{vmatrix} - 33 \cdot \begin{vmatrix} 33 & 111 \\ 47 & 158 \end{vmatrix} + 47 \cdot \begin{vmatrix} 33 & 78 \\ 47 & 111 \end{vmatrix} = 0.$$

В соответствие с критерием Грама система векторов $\left\{ \vec{x}_1, \vec{x}_2, \vec{x}_3 \right\}$ является линейно зависимой. $\otimes$

Пример 2.2.2. Радиус-вектор $\vec{x}$ в пространстве R^3 имеет разложение по стандартному базису (рисунок 1)

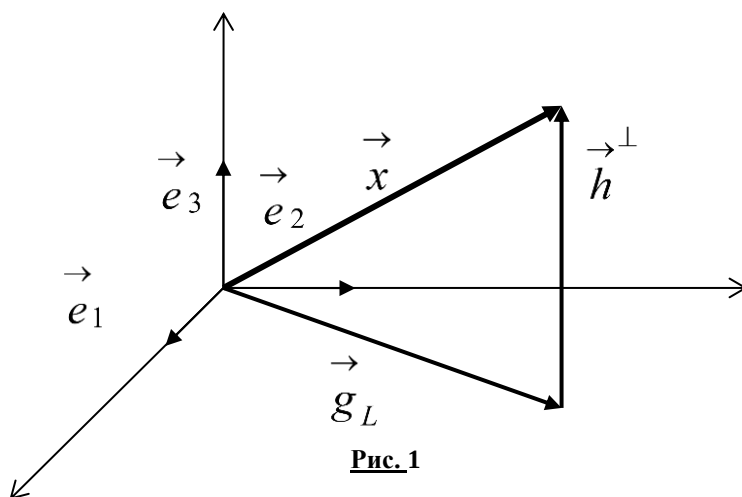
$$\vec{x} = 3\vec{e}_1 + 4\vec{e}_2 + 5\vec{e}_3.$$

Обозначим координатную плоскость X^1OX^2 как L^2 .

Представить вектор $\vec{x}$ в виде разложения

$$\vec{x} = \vec{g}_L + \vec{h}^\perp,$$

где $\vec{g}_L \in L^2, \vec{h}^\perp \in L^{2\perp}$.



Решение. Разложим вектор $\vec{g}_L$ по базису подпространства L^2 :

$$\vec{g}_L = g^1\vec{e}_1 + g^2\vec{e}_2.$$

Вектор

$$\vec{h}^\perp = \vec{x} - \vec{g}_L \in L^{2\perp}.$$

Следовательно, он ортогонален базису подпространства L^2 . Запишем условия ортогональности вектора $\vec{h}^\perp$ подпространству L^2 , состоящие в том, что вектор $\vec{h}^\perp$ должен быть ортогонален всем векторам базиса $\left\{ \vec{e}_1, \vec{e}_2 \right\}$:

$$\left(\vec{h}^\perp, \vec{e}_1 \right) = 0,$$

$$\left(\vec{h}^\perp, \vec{e}_2 \right) = 0.$$

Получаем СЛАУ

$$\begin{cases} \left(\vec{x} - \vec{g}_L, \vec{e}_1 \right) = 0, \\ \left(\vec{x} - \vec{g}_L, \vec{e}_2 \right) = 0, \end{cases}$$

которую перепишем в виде

$$\begin{cases} \left(g^1 \vec{e}_1 + g^2 \vec{e}_2, \vec{e}_1 \right) = \left(3\vec{e}_1 + 4\vec{e}_2 + 5\vec{e}_3, \vec{e}_1 \right), \\ \left(g^1 \vec{e}_1 + g^2 \vec{e}_2, \vec{e}_2 \right) = \left(3\vec{e}_1 + 4\vec{e}_2 + 5\vec{e}_3, \vec{e}_2 \right). \end{cases}$$

После простых преобразований имеем

$$\begin{cases} g^1 = 3, \\ g^2 = 4. \end{cases}$$

Таким образом, получаем

$$\vec{g}_L = 3\vec{e}_1 + 4\vec{e}_2.$$

Далее имеем:

$$\vec{h}^\perp = \vec{x} - \vec{g}_L = \left(3\vec{e}_1 + 4\vec{e}_2 + 5\vec{e}_3 \right) - \left(3\vec{e}_1 + 4\vec{e}_2 \right) = 5\vec{e}_3.$$

Окончательно получаем

$$\vec{x} = \vec{g}_L + \vec{h}^\perp = 3\vec{e}_1 + 4\vec{e}_2 + 5\vec{e}_3. \otimes$$

Пример 2.2.3. В пространстве R^4 опустить перпендикуляр из точки $P(-1; 5; 3; 2)$ на гиперплоскость H^3 , проходящую через заданные точки $A_1(1; 4; 2; 0)$, $A_2(3; 7; 3; 2)$, $A_3(2; 6; 3; -1)$, $A_4(1; 4; 5; 2)$.

Решение. В пространстве R^4 все координаты точек заданы в ортонормированном базисе, который обозначим $\left\{ \vec{e}_1, \vec{e}_2, \vec{e}_3, \vec{e}_4 \right\}$. Неявное уравнение гиперплоскости получено выше в примере 3.14 и имеет вид

$$23x^1 - 14x^2 + 2x^3 - 3x^4 + 29 = 0.$$

Там же записаны направляющие векторы гиперплоскости:

$$\vec{a}_1 = 2\vec{e}_1 + 3\vec{e}_2 + \vec{e}_3 + 2\vec{e}_4,$$

$$\vec{a}_2 = \vec{e}_1 + 2\vec{e}_2 + \vec{e}_3 - \vec{e}_4,$$

$$\vec{a}_3 = 3\vec{e}_3 + 2\vec{e}_4.$$

Проверим, что точка $P(-1; 5; 3; 2)$ не лежит в плоскости, для чего подставим координаты точки в неявное уравнение плоскости:

$$23 \cdot (-1) - 14 \cdot 5 + 2 \cdot 3 - 3 \cdot 2 + 29 = -64 \neq 0.$$

Точка плоскости не принадлежит.

Поставим в соответствие точке $P(-1; 5; 3; 2)$ её радиус-вектор

$$\vec{x} = -\vec{e}_1 + 5\vec{e}_2 + 3\vec{e}_3 + 2\vec{e}_4$$

– наклонную к плоскости. Представим наклонную в виде

$$\vec{x} = \vec{g}_L + \vec{h}^\perp,$$

где вектор $\vec{g}_L \in H^3$, а вектор $\vec{h}^\perp \in H^{3\perp}$.

Вектор

$$\vec{h}^\perp = \vec{x} - \vec{g}_L \in H^{3\perp}.$$

Следовательно, он ортогонален локальному базису подпространства H^3 . Запишем условия орто-

гональности вектора $\vec{h}^\perp$ подпространству H^3 (плоскость проходит через начало системы коор-

динат), состоящие в том, что вектор $\vec{h}^\perp$ должен быть ортогонален всем векторам базиса

$$\left\{ \vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3 \right\}:$$

$$\left(\vec{h}^{\perp}, \vec{a}_1\right)=0, \left(\vec{h}^{\perp}, \vec{a}_2\right)=0, \left(\vec{h}^{\perp}, \vec{a}_3\right)=0.$$

Получаем СЛАУ

$$\left(\vec{x}-\vec{g}_L, \vec{a}_1\right)=0,$$

$$\left(\vec{x}-\vec{g}_L, \vec{a}_2\right)=0,$$

$$\left(\vec{x}-\vec{g}_L, \vec{a}_3\right)=0.$$

Представляя наклонную $\vec{g}_L$ разложением по направляющим векторам плоскости (по локальному базису), перепишем СЛАУ в виде

$$\left(g^1 \vec{a}_1 + g^2 \vec{a}_2 + g^3 \vec{a}_3, \vec{a}_1\right)=\left(\vec{x}, \vec{a}_1\right),$$

$$\left(g^1 \vec{a}_1 + g^2 \vec{a}_2 + g^3 \vec{a}_3, \vec{a}_2\right)=\left(\vec{x}, \vec{a}_2\right),$$

$$\left(g^1 \vec{a}_1 + g^2 \vec{a}_2 + g^3 \vec{a}_3, \vec{a}_3\right)=\left(\vec{x}, \vec{a}_3\right),$$

или в виде

$$\left(\vec{a}_1, \vec{a}_1\right) g^1 + \left(\vec{a}_2, \vec{a}_1\right) g^2 + \left(\vec{a}_3, \vec{a}_1\right) g^3 = \left(\vec{x}, \vec{a}_1\right),$$

$$\left(\vec{a}_1, \vec{a}_2\right) g^1 + \left(\vec{a}_2, \vec{a}_2\right) g^2 + \left(\vec{a}_3, \vec{a}_2\right) g^3 = \left(\vec{x}, \vec{a}_2\right),$$

$$\left(\vec{a}_1, \vec{a}_3\right) g^1 + \left(\vec{a}_2, \vec{a}_3\right) g^2 + \left(\vec{a}_3, \vec{a}_3\right) g^3 = \left(\vec{x}, \vec{a}_3\right).$$

Далее, находим значения попарных скалярных произведений векторов локального базиса на плоскости

$$G^T = \begin{pmatrix} \begin{pmatrix} \vec{a}_1, \vec{a}_1 \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} \vec{a}_2, \vec{a}_1 \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} \vec{a}_3, \vec{a}_1 \end{pmatrix} \\ \begin{pmatrix} \vec{a}_1, \vec{a}_2 \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} \vec{a}_2, \vec{a}_2 \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} \vec{a}_3, \vec{a}_2 \end{pmatrix} \\ \begin{pmatrix} \vec{a}_1, \vec{a}_3 \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} \vec{a}_2, \vec{a}_3 \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} \vec{a}_3, \vec{a}_3 \end{pmatrix} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 18 & 7 & 7 \\ 7 & 7 & 1 \\ 7 & 1 & 13 \end{pmatrix}$$

и записываем СЛАУ в окончательном виде:

$$\begin{cases} 18g^1 + 7g^2 + 7g^3 = 20, \\ 7g^1 + 7g^2 + g^3 = 10, \\ 7g^1 + g^2 + 13g^3 = 13. \end{cases}$$

Решение СЛАУ ищем по формулам Крамера.

1) Находим определитель основной матрицы:

$$\det \begin{pmatrix} 18 & 7 & 7 \\ 7 & 7 & 1 \\ 7 & 1 & 13 \end{pmatrix} = 738.$$

СЛАУ совместна и определённа.

2) Находим определители, соответствующие каждому неизвестному:

$$\Delta_1 = \det \begin{pmatrix} 20 & 7 & 7 \\ 10 & 7 & 1 \\ 13 & 1 & 13 \end{pmatrix} = -6306,$$

$$\Delta_2 = \det \begin{pmatrix} 18 & 20 & 7 \\ 7 & 10 & 1 \\ 7 & 13 & 13 \end{pmatrix} = 573,$$

$$\Delta_3 = \det \begin{pmatrix} 18 & 7 & 20 \\ 7 & 7 & 10 \\ 7 & 1 & 13 \end{pmatrix} = 471.$$

Записываем решение СЛАУ:

$$\begin{pmatrix} g^1 \\ g^2 \\ g^3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -6306/738 \\ 573/738 \\ 471/738 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1051/123 \\ 191/123 \\ 157/123 \end{pmatrix}.$$

Записываем разложение проекции $\vec{g}_L$ на плоскость по локальному базису:

$$\vec{g}_L = -\frac{1051}{123}\vec{a}_1 + \frac{191}{123}\vec{a}_2 + \frac{157}{123}\vec{a}_3.$$

Теперь находим перпендикуляр:

$$\vec{h}^\perp = \vec{x} - \vec{g}_L = -\vec{e}_1 + 5\vec{e}_2 + 3\vec{e}_3 + 2\vec{e}_4 - \left(-\frac{1051}{123}\vec{a}_1 + \frac{191}{123}\vec{a}_2 + \frac{157}{123}\vec{a}_3 \right).$$

Если теперь подставить в последнее равенство разложения векторов $\vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3$ по векторам ортонормированного базиса $\left\{ \vec{e}_1, \vec{e}_2, \vec{e}_3, \vec{e}_4 \right\}$, то получим вектор $\vec{h}$ – перпендикуляр, опущенный

из конца наклонной $\vec{g}_L$ на плоскость H^3 . $\otimes$

Пример 2.2.4. *) Записать матрицу оператора $\hat{P}_{x^1 O x^2}^\perp$ ортогонального проектирования на координатную плоскость $X^1 O X^2$ в пространстве R^3 .

Р е ш е н и е. Этот оператор любому вектору пространства R^3 ставит в соответствие его проекцию на координатную плоскость $X^1 O X^2$ параллельно координатной оси $O X^3$. Согласно

изложенной выше теории, оператор $\hat{P}_{x^1 O x^2}^\perp$ является прямой суммой единичного оператора

$$\hat{I}_{x^1 O x^2} : R_{x^1 O x^2}^2 \rightarrow R_{x^1 O x^2}^2$$

и нулевого оператора

$$\hat{O}_{O x^3} : R_{O x^3}^1 \rightarrow R_{O x^3}^1.$$

На главной диагонали его матрицы расположены 2×2 клетка вида

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$

и 1×1 клетка вида $\begin{pmatrix} 0 \end{pmatrix}$. Остальные элементы равны нулю:

$$P_{x^1 O x^2}^\perp = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}.$$

Легко видеть, что оператор $\hat{P}_{x^1 O x^2}^\perp$ является самосопряжённым.

Найдём, например, проекцию вектора $\vec{X}$ из предыдущей задачи на координатную плоскость $X^1 O X^2$. Запишем для этого образ вектора

$$\vec{X} = 3\vec{e}_1 + 4\vec{e}_2 + 5\vec{e}_3$$

при действии оператора $\hat{P}_{x^1 O x^2}^\perp$ в координатной форме

$$P_{x^1 O x^2}^\perp |X\rangle = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 3 \\ 4 \\ 5 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 3 \\ 4 \\ 0 \end{pmatrix}.$$

Результат, очевидно, совпадает с результатом предыдущей задачи. $\otimes$

Практическое занятие 3. Поверхности второго порядка

Предварительные сведения

Квадратичной формой $\varphi(\vec{X}, \vec{X})$ от n переменных называется формальное выражение

$$\varphi(\vec{X}, \vec{X}) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \varphi_{ij} X^i X^j,$$

где $\varphi_{ij} = \varphi_{ji}$ ($i, j = 1, 2, \dots, n$) – симметрические вещественные коэффициенты.

При изменении базиса в пространстве в пространстве R^n матрица квадратичной формы преобразуется по закону

$$\Phi' = A^T \Phi A.$$

Квадратичная форма, определённая на векторах пространства R^n , является положительно определённой в том и только в том случае, если в каком-либо базисе $\{\vec{a}_1, \vec{a}_2, \dots, \vec{a}_n\} \subset R^n$ все угловые миноры её матрицы $\phi_{ij}(\vec{a}_i, \vec{a}_j)$ положительны, то есть

$$M_1 = \varphi_{11} > 0, M_2 = \begin{vmatrix} \varphi_{11} & \varphi_{12} \\ \varphi_{21} & \varphi_{22} \end{vmatrix} > 0, \dots,$$

$$\dots, M_n = \begin{vmatrix} \varphi_{11} & \varphi_{12} & \dots & \varphi_{1n} \\ \varphi_{21} & \varphi_{22} & \dots & \varphi_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \varphi_{n1} & \varphi_{n2} & \dots & \varphi_{nn} \end{vmatrix} > 0.$$

Поверхностью второго порядка в пространстве R^3 называется множество точек $\vec{x} \in R^3$, координаты которых удовлетворяют уравнению

$$\sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 \phi_{ij} x^i x^j + 2 \sum_{k=1}^3 b_k x^k + c = 0.$$

В пространстве R^2 существуют две **кривые второго порядка**, называемые **центральными**. Эти кривые описываются каноническими уравнениями вида

$$\frac{x_1^2}{a_1^2} + \frac{x_2^2}{a_2^2} = 1,$$

$$\frac{x_1^2}{a_1^2} - \frac{x_2^2}{a_2^2} = 1$$

и называются, соответственно, **эллипсом** и **гиперболой**.

В пространстве R^3 существует три типа **невырожденные**, центральные поверхности второго порядка, определяемых каноническими уравнениями

$$\frac{x_1^2}{a_1^2} + \frac{x_2^2}{a_2^2} + \frac{x_3^2}{a_3^2} = 1,$$

$$\frac{x_1^2}{a_1^2} + \frac{x_2^2}{a_2^2} - \frac{x_3^2}{a_3^2} = 1,$$

$$\frac{x_1^2}{a_1^2} - \frac{x_2^2}{a_2^2} - \frac{x_3^2}{a_3^2} = 1.$$

Поверхности, задаваемые в пространстве R^3 этими уравнениями, называются соответственно, **эллипсоидом**, **однополостным гиперболоидом** и **двуполостным гиперболоидом**.

В трёхмерном пространстве R^3 существует **коническая поверхность** с каноническим уравнением

$$\frac{x_1^2}{a_1^2} + \frac{x_2^2}{a_2^2} - \frac{x_3^2}{a_3^2} = 0.$$

В пространстве R^3 существуют две невырожденные нецентральные поверхности с каноническими уравнениями:

$$\frac{x_1^2}{a_1^2} + \frac{x_2^2}{a_2^2} = 2x_3$$

– эллиптический параболоид;

$$\frac{x_1^2}{a_1^2} - \frac{x_2^2}{a_2^2} = 2x_3$$

– гиперболический параболоид.

В пространстве R^3 общий вид **вырожденной поверхности** получается параллельным переносом вдоль оси OX_3 какой-либо кривой второго порядка на плоскости X_1OX_2 . При этом для эллипса, гиперболы и параболы получаются поверхности, носящие соответственно названия **эллиптический, гиперболический и параболический цилиндры**. Пара параллельных, пересекающихся или слившихся прямых приводит, соответственно, к **паре параллельных, пересекающихся или слившихся плоскостей**

Примеры с решением

Пример 2.3.1. Привести квадратичную форму, имеющую в пространстве R^3 вид

$$\varphi\left(\begin{matrix} \vec{x} \\ \vec{x} \end{matrix}\right) = 3(x^2)^2 + 3(x^3)^2 + 4x^1x^2 + 4x^1x^3 - 2x^2x^3,$$

к каноническому виду ортогональным преобразованием.

Решение. Вид квадратичной формы задан в базисе

$$\left\{ \begin{matrix} \vec{e}_1 \\ \vec{e}_2 \\ \vec{e}_3 \end{matrix} \right\} \subset R^3.$$

Запишем симметричную матрицу квадратичной формы, для чего слагаемые с перекрёстными произведениями представим в виде суммы двух равных слагаемых:

$$\begin{aligned} \varphi\left(\begin{matrix} \vec{x} \\ \vec{x} \end{matrix}\right) &= \\ &= 3(x^2)^2 + 3(x^3)^2 + (2x^1x^2 + 2x^2x^1) + (2x^1x^3 + 2x^3x^1) - (x^2x^3 + x^3x^2) = \\ &= 2x^1x^2 + 2x^1x^3 + 2x^2x^1 + 3(x^2)^2 - x^2x^3 + 2x^3x^1 - x^3x^2 + 3(x^3)^2. \end{aligned}$$

Теперь матрица квадратичной формы принимает вид:

$$\Phi\left(\begin{matrix} \vec{x} \\ \vec{x} \end{matrix}\right) = \begin{pmatrix} 0 & 2 & 2 \\ 2 & 3 & -1 \\ 2 & -1 & 3 \end{pmatrix}.$$

Запишем характеристическое уравнение:

$$\begin{vmatrix} -\mu & 2 & 2 \\ 2 & 3-\mu & -1 \\ 2 & -1 & 3-\mu \end{vmatrix} = 0 \Rightarrow \mu^3 - 6\mu^2 + 32 = 0.$$

Корни характеристического уравнения $\mu_1 = -2$, $\mu_{2,3} = 4$.

Чтобы построить матрицу ортогонального преобразования найдём собственные векторы этого оператора. Для этого решим следующие системы линейных алгебраических уравнений.

1) Случай $\mu_1 = -2$. Система уравнений записывается в виде:

$$\begin{cases} 2x^1 + 2x^2 + 2x^3 = 0, \\ 2x^1 + 5x^2 - x^3 = 0, \\ 2x^1 - x^2 + 5x^3 = 0. \end{cases}$$

Решением этой системы уравнений является вектор-столбец

$$|x\rangle = \begin{pmatrix} -2a \\ a \\ a \end{pmatrix} = a \begin{pmatrix} -2 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}.$$

Таким образом, первый собственный вектор

$$\vec{x}_1 = -2\vec{e}_1 + \vec{e}_2 + \vec{e}_3.$$

2) Случай $\mu_{2,3} = 4$. Система уравнений записывается в виде:

$$\begin{cases} -4x^1 + 2x^2 + 2x^3 = 0, \\ 2x^1 - x^2 - x^3 = 0, \\ 2x^1 - x^2 - x^3 = 0. \end{cases}$$

Решением этой системы уравнений является вектор-столбец

$$|x\rangle = \begin{pmatrix} \frac{a+b}{2} \\ a \\ b \end{pmatrix} = a \begin{pmatrix} \frac{1}{2} \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} + b \begin{pmatrix} \frac{1}{2} \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}.$$

Таким образом, второй и третий собственные векторы

$$\vec{x}_2 = \frac{1}{2}\vec{e}_1 + \vec{e}_2, \quad \vec{x}_3 = \frac{1}{2}\vec{e}_1 + \vec{e}_3.$$

Векторы $\vec{x}_2$ и $\vec{x}_3$ ортогональны вектору $\vec{x}_1$, но не ортогональны между собой. Для ортогонализации системы собственных векторов применим алгоритм ортогонализации Шмидта. Положим

$$\vec{g}_1 = \vec{x}_1, \vec{g}_2 = \vec{x}_2, \vec{g}_3 = \vec{x}_3 + \alpha \vec{x}_2.$$

Так как должно быть $\left(\vec{g}_2, \vec{g}_3\right) = 0$, то

$$\left(\vec{x}_2, \vec{x}_3 + \alpha \vec{x}_2\right) = 0, \left(\vec{x}_2, \vec{x}_3\right) + \alpha \left(\vec{x}_2, \vec{x}_2\right) = 0.$$

Откуда

$$\frac{1}{4} + \frac{5}{4} \alpha = 0, \alpha = -\frac{1}{5}.$$

Приходим к ортогональной системе собственных векторов ассоциированного оператора:

$$\vec{g}_1 = -2\vec{e}_1 + \vec{e}_2 + \vec{e}_3, \vec{g}_2 = \frac{1}{2}\vec{e}_1 + \vec{e}_2, \vec{g}_3 = \frac{2}{5}\vec{e}_1 - \frac{1}{5}\vec{e}_2 + \vec{e}_3,$$

$$\|\vec{g}_1\| = \sqrt{6}, \|\vec{g}_2\| = \frac{\sqrt{5}}{2}, \|\vec{g}_3\| = \frac{\sqrt{30}}{5}.$$

Нормируя эту систему, получаем:

$$\vec{h}_1 = -\frac{2}{\sqrt{6}}\vec{e}_1 + \frac{1}{\sqrt{6}}\vec{e}_2 + \frac{1}{\sqrt{6}}\vec{e}_3,$$

$$\vec{h}_2 = \frac{1}{\sqrt{5}}\vec{e}_1 + \frac{2}{\sqrt{5}}\vec{e}_2,$$

$$\vec{h}_3 = \frac{2}{\sqrt{30}}\vec{e}_1 - \frac{1}{\sqrt{30}}\vec{e}_2 + \frac{5}{\sqrt{30}}\vec{e}_3.$$

Матрица ортогонального преобразования

$$A = \begin{pmatrix} -\frac{2}{\sqrt{6}} & \frac{1}{\sqrt{6}} & \frac{1}{\sqrt{6}} \\ \frac{1}{\sqrt{5}} & \frac{2}{\sqrt{5}} & 0 \\ \frac{2}{\sqrt{30}} & -\frac{1}{\sqrt{30}} & \frac{5}{\sqrt{30}} \end{pmatrix}$$

осуществляет переход между ортонормированными базисами

$$\left\{ \vec{e}_1, \vec{e}_2, \vec{e}_3 \right\} \Rightarrow \left\{ \vec{h}_1, \vec{h}_2, \vec{h}_3 \right\}$$

и, следовательно, является ортогональной. Учитывая, что для ортогональной матрицы выполняется условие

$$A^{-1} = A^T,$$

Запишем формулу преобразования матрицы квадратичной формы при переходе от старого базиса к новому базису:

$$\Phi' = \begin{pmatrix} -\frac{2}{\sqrt{6}} & \frac{1}{\sqrt{6}} & \frac{1}{\sqrt{6}} \\ \frac{1}{\sqrt{5}} & \frac{2}{\sqrt{5}} & 0 \\ \frac{2}{\sqrt{30}} & -\frac{1}{\sqrt{30}} & \frac{5}{\sqrt{30}} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 & 2 & 2 \\ 2 & 3 & -1 \\ 2 & -1 & 3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -\frac{2}{\sqrt{6}} & \frac{1}{\sqrt{6}} & \frac{1}{\sqrt{6}} \\ \frac{1}{\sqrt{5}} & \frac{2}{\sqrt{5}} & 0 \\ \frac{2}{\sqrt{30}} & -\frac{1}{\sqrt{30}} & \frac{5}{\sqrt{30}} \end{pmatrix}^T.$$

Проводя вычисления, получаем

$$\Phi' = \begin{pmatrix} -2 & 0 & 0 \\ 0 & 4 & 0 \\ 0 & 0 & 4 \end{pmatrix}.$$

Обозначая координаты в базисе $\left\{ \vec{h}_1, \vec{h}_2, \vec{h}_3 \right\}$ как $\{y^1, y^2, y^3\}$, запишем канонический вид квадратичной формы

$$\phi\left(\begin{matrix} \vec{x} \\ \vec{x} \end{matrix}\right) = -2(y^1)^2 + 4(y^2)^2 + 4(y^3)^2. \otimes$$

Пример 2.3.2. Найти значения параметра λ , при которых является положительно определённой квадратичная форма

$$\varphi\left(\begin{matrix} \vec{x} \\ \vec{x} \end{matrix}\right) = 4(x^1)^2 + 2x^1x^2 + (x^2)^2 + 4x^1x^3 - 6x^2x^3 + \lambda(x^3)^2.$$

Решение. Выпишем матрицу квадратичной формы:

$$\Phi = \begin{pmatrix} 4 & 1 & 2 \\ 1 & 1 & -3 \\ 2 & -3 & \lambda \end{pmatrix}.$$

Находя её главные миноры и применяя критерий Сильвестра, имеем:

$$M_1 = \varphi_{11} = 4 > 0;$$

$$M_2 = \begin{vmatrix} 4 & 1 \\ 1 & 1 \end{vmatrix} = 3 > 0;$$

$$M_3 = \begin{vmatrix} 4 & 1 & 2 \\ 1 & 1 & -3 \\ 2 & -3 & \lambda \end{vmatrix} = 3\lambda - 52 > 0.$$

Следовательно, $\lambda > \frac{52}{3}$. $\otimes$

Пример 2.3.3. Выяснить, какую линию на плоскости описывает уравнение

$$x_1^2 + 2x_1 + x_2^2 - 4x_2 = 0.$$

Решение. Уравнение перепишем в виде

$$(x_1 + 1)^2 + (x_2 - 2)^2 = 5.$$

Вводим новые координаты по формулам

$$x_{1'} = x_1 + 1, \quad x_{2'} = x_2 - 2.$$

Эти формулы описывают параллельный перенос начала системы координат в точку $O'(-1; 2)$, в которой уравнение принимает вида

$$x_{1'}^2 + x_{2'}^2 = 5.$$

Это уравнение, очевидно, описывает окружность с центром в точке $O'(-1; 2)$ радиуса

$$R = \sqrt{5}. \quad \otimes$$

Пример 2.3.4. Какую линию описывает уравнение

$$x_2 = 1 - \sqrt{11 - 4x_1 - x_1^2}.$$

Решение. Уравнение переписываем в виде

$$x_2 - 1 = -\sqrt{11 - 4x_1 - x_1^2}$$

и возводим обе части в квадрат (приобретаем новые корни)

$$(x_2 - 1)^2 = 11 - 4x_1 - x_1^2.$$

Преобразуем уравнение, выделяя полный квадрат:

$$x_1^2 + 4x_1 + 4 + (x_2 - 1)^2 = 15,$$

$$(x_1 + 2)^2 + (x_2 - 1)^2 = 15.$$

Это уравнение описывает часть окружности с центром в точке $O'(-2; 1)$ радиуса $R = \sqrt{15}$, лежащую ниже новой горизонтальной оси с уравнением $x_2 = 1$. $\otimes$

Пример 2.3.5. Какую линию на плоскости описывает уравнение

$$x_1^2 - 4x_1 + x_2^2 - 2x_2 + 5 = 0.$$

Р е ш е н и е. Уравнение запишем в виде

$$(x_1 - 2)^2 + (x_2 - 1)^2 = 0.$$

Это уравнение описывает точку $M(2; 1)$. $\otimes$

Пример 2.3.6. Какую линию на плоскости описывает уравнение

$$100x_1^2 + 25x_2^2 + 200x_1 - 100x_2 - 200 = 0.$$

Р е ш е н и е. Уравнение переписываем в виде

$$100(x_1 + 1)^2 + 25(x_2 - 2)^2 = 400$$

и делим обе части на 400:

$$\frac{(x_1 + 1)^2}{4} + \frac{(x_2 - 2)^2}{16} = 1.$$

Это каноническое уравнение эллипса с центром в точке $O'(-1; 2)$ и полуосями $a = 2$ и $b = 4$. $\otimes$

Пример 2.3.7. Какую линию на плоскости описывает уравнение

$$x_1 = -2\sqrt{-5 - 6x_2 - x_2^2}.$$

Р е ш е н и е. Уравнение преобразуем к виду

$$x_1^2 + 4(x_2 + 3)^2 = 16,$$

возводя обе части в квадрат. Делим обе части на 16:

$$\frac{x_1^2}{16} + \frac{(x_2 + 3)^2}{4} = 1.$$

Уравнение описывает часть эллипса с центром в точке $O'(0; -3)$ и полуосями $a = 4$ и $b = 2$, лежащую слева относительно оси OX_2 . $\otimes$

Пример 2.3.8. Линия второго порядка задана в каноническом (ортонормированном) базисе

$$\left\{ \vec{e}_1, \vec{e}_2 \right\} \subset R^2 \text{ уравнением}$$

$$11(x^1)^2 - 20x^1x^2 - 4(x^2)^2 - 20x^1 - 8x^2 + 1 = 0.$$

Привести уравнение линии к каноническому виду и определить её тип.

Р е ш е н и е. Рассмотрим квадратичную форму

$$\varphi\left(\vec{x}, \vec{x}\right) = 11(x^1)^2 - 20x^1x^2 - 4(x^2)^2 =$$

$$= 11(x^1)^2 - 10x^1x^2 - 10x^2x^1 - 4(x^2)^2$$

Матрица квадратичной формы имеет вид

$$\Phi = \begin{pmatrix} 11 & -10 \\ -10 & -4 \end{pmatrix}.$$

Квадратичной форме $\varphi\left(\begin{smallmatrix} \rightarrow \\ X \end{smallmatrix}, \begin{smallmatrix} \rightarrow \\ X \end{smallmatrix}\right)$ ставим в соответствие симметрический оператор $\hat{T}$ с матрицей $T = \Phi$ и записываем характеристическое уравнение:

$$\det \begin{pmatrix} t_1^1 - \mu & t_2^1 \\ t_1^2 & t_2^2 - \mu \end{pmatrix} = 0 \Rightarrow \begin{vmatrix} 11 - \mu & -10 \\ -10 & -4 - \mu \end{vmatrix} = 0 \Rightarrow \\ \mu^2 - 7 \cdot \mu - 144 = 0.$$

Корни характеристического уравнения $\mu_1 = -9$ и $\mu_2 = 16$. Находим собственные векторы оператора $\hat{T}$, соответствующие собственным значениям $\mu_1 = -9$ и $\mu_2 = 16$, для чего решаем две однородные СЛАУ:

$$\begin{pmatrix} 20 & -10 \\ -10 & 5 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x^1 \\ x^2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix} \Rightarrow \begin{cases} 20x^1 - 10x^2 = 0, \\ -10x^1 + 5x^2 = 0, \end{cases}$$

$$\begin{pmatrix} -5 & -10 \\ -10 & -20 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x^1 \\ x^2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix} \Rightarrow \begin{cases} -5x^1 - 10x^2 = 0, \\ -10x^1 - 20x^2 = 0. \end{cases}$$

Фундаментальная система решений первой СЛАУ приводит к первому собственному вектору

$$\vec{x}_1 = \frac{1}{2} \vec{e}_1 + \vec{e}_2,$$

а фундаментальная система решений второй – ко второму собственному вектору

$$\vec{x}_2 = -2 \vec{e}_1 + \vec{e}_2.$$

Эти векторы ортогональны, но не нормированы. Нормируем их:

$$\vec{a}_1 = \frac{1}{\|\vec{x}_1\|} \vec{x}_1 = \frac{2}{\sqrt{5}} \left(\frac{1}{2} \vec{e}_1 + \vec{e}_2 \right) = \frac{1}{\sqrt{5}} \vec{e}_1 + \frac{2}{\sqrt{5}} \vec{e}_2;$$

$$\vec{a}_2 = \frac{1}{\|\vec{x}_2\|} \vec{x}_2 = \frac{1}{\sqrt{5}} \left(-2 \vec{e}_1 + \vec{e}_2 \right) = -\frac{2}{\sqrt{5}} \vec{e}_1 + \frac{1}{\sqrt{5}} \vec{e}_2.$$

Матрица перехода от старого базиса к новому базису имеет вид:

$$A = \begin{pmatrix} \frac{1}{\sqrt{5}} & \frac{2}{\sqrt{5}} \\ -\frac{2}{\sqrt{5}} & \frac{1}{\sqrt{5}} \end{pmatrix}.$$

Преобразование от нового базиса к старому осуществляется при помощи обратной матрицы, которая в силу ортогональности матрицы A равна транспонированной к ней, то есть

$$A^{-1} = \begin{pmatrix} \frac{1}{\sqrt{5}} & -\frac{2}{\sqrt{5}} \\ \frac{2}{\sqrt{5}} & \frac{1}{\sqrt{5}} \end{pmatrix}.$$

Координаты в новом базисе выражаются через координаты в старом базисе при помощи матрицы

$$(A^{-1})^T = (A^T)^T = A,$$

обратный переход от новых координат к старым производится при помощи матрицы A^{-1} . Имеем:

$$\begin{pmatrix} y^1 \\ y^2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{1}{\sqrt{5}} & \frac{2}{\sqrt{5}} \\ -\frac{2}{\sqrt{5}} & \frac{1}{\sqrt{5}} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x^1 \\ x^2 \end{pmatrix}, \quad \begin{pmatrix} x^1 \\ x^2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{1}{\sqrt{5}} & -\frac{2}{\sqrt{5}} \\ \frac{2}{\sqrt{5}} & \frac{1}{\sqrt{5}} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} y^1 \\ y^2 \end{pmatrix}.$$

В базисе $\left\{ \vec{a}_1, \vec{a}_2 \right\}$ квадратичная форма приводится к каноническому виду

$$\mu_1(y^1)^2 + \mu_2(y^2)^2 = -9(y^1)^2 + 16(y^2)^2.$$

Линейные слагаемые преобразуются так:

$$-20x^1 = -\frac{20}{\sqrt{5}}y^1 + \frac{40}{\sqrt{5}}y^2;$$

$$-8x^2 = -\frac{16}{\sqrt{5}}y^1 - \frac{8}{\sqrt{5}}y^2.$$

Подстановка в уравнение приводит его к виду:

$$-9(y^1)^2 + 16(y^2)^2 - \frac{36}{\sqrt{5}}y^1 + \frac{32}{\sqrt{5}}y^2 + 1 = 0.$$

Выделяя полный квадрат по y^1 , y^2 и приводя подобные члены, получаем каноническое уравнение линии в виде

$$-9\left(y^1 + \frac{2}{\sqrt{5}}\right)^2 + 16\left(y^2 + \frac{1}{\sqrt{5}}\right)^2 + 5 = 0,$$

Откуда совершая параллельный перенос, то есть полагая

$$z^1 = y^1 + \frac{2}{\sqrt{5}}, \quad z^2 = y^2 + \frac{1}{\sqrt{5}},$$

окончательно имеем:

$$\frac{(z^1)^2}{5/9} - \frac{(z^2)^2}{5/16} = 1.$$

Получили каноническое уравнение линии второго порядка – гиперболы. Отметим, что матрица

$$A = \begin{pmatrix} 1/\sqrt{5} & 2/\sqrt{5} \\ -2/\sqrt{5} & 1/\sqrt{5} \end{pmatrix}$$

перехода от старого базиса к новому базису является матрицей оператора (аффинора) поворота системы координат на такой угол φ , что $\cos \varphi = 1/\sqrt{5}$ и $\sin \varphi = 2/\sqrt{5}$. Далее, в соответствии с формулами

$$z^1 = y^1 + \frac{2}{\sqrt{5}}, \quad z^2 = y^2 + \frac{1}{\sqrt{5}},$$

осуществляется параллельный перенос начала системы координат в новое положение – точку с координатами $O' \left(-\frac{2}{\sqrt{5}}, -\frac{1}{\sqrt{5}} \right)$. $\otimes$

Пример 2.3.9. Поверхность второго порядка задана в каноническом (ортонормированном) базисе $\left\{ \vec{e}_1, \vec{e}_2, \vec{e}_3 \right\} \subset R^3$ уравнением

$$3x_2^2 + 3x_3^2 + 4x_1x_2 + 4x_1x_3 - 2x_2x_3 - 12\sqrt{30}x_1 - 14\sqrt{30}x_2 + 2\sqrt{30}x_3 + 506 = 0.$$

Привести уравнение поверхности к каноническому виду и определить её тип.

Решение. Рассмотрим квадратичную форму

$$\varphi \left(\vec{x}, \vec{x} \right) = 3x_2^2 + 3x_3^2 + 4x_1x_2 + 4x_1x_3 - 2x_2x_3.$$

Матрица квадратичной формы

$$\Phi = \begin{pmatrix} 0 & 2 & 2 \\ 2 & 3 & -1 \\ 2 & -1 & 3 \end{pmatrix}.$$

Собственные значения ассоциированного оператора $\mu_1 = -2$, $\mu_{2,3} = 4$. Собственные векторы

$$\vec{x}_1 = -\frac{2}{\sqrt{6}}\vec{e}_1 + \frac{1}{\sqrt{6}}\vec{e}_2 + \frac{1}{\sqrt{6}}\vec{e}_3,$$

$$\vec{x}_2 = \frac{1}{\sqrt{5}}\vec{e}_1 + \frac{2}{\sqrt{5}}\vec{e}_2 + 0\vec{e}_3,$$

$$\vec{x}_3 = \frac{2}{\sqrt{30}}\vec{e}_1 - \frac{1}{\sqrt{30}}\vec{e}_2 + \frac{5}{\sqrt{30}}\vec{e}_3.$$

Это ортонормированная система. Матрица перехода от старого базиса к новому базису получается непосредственно из приведённых разложений:

$$A = \begin{pmatrix} -2/\sqrt{6} & 1/\sqrt{6} & 1/\sqrt{6} \\ 1/\sqrt{5} & 2/\sqrt{5} & 0 \\ 2/\sqrt{30} & -1/\sqrt{30} & 5/\sqrt{30} \end{pmatrix}$$

и является ортогональной ($A^{-1} = A^T$).

Преобразование координат осуществляется с помощью матрицы A

$$\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -2/\sqrt{6} & 1/\sqrt{6} & 1/\sqrt{6} \\ 1/\sqrt{5} & 2/\sqrt{5} & 0 \\ 2/\sqrt{30} & -1/\sqrt{30} & 5/\sqrt{30} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_{1'} \\ x_{2'} \\ x_{3'} \end{pmatrix}$$

и приводит квадратичную форму к виду

$$\varphi\left(\begin{matrix} \vec{x} \\ \vec{x} \end{matrix}\right) = 4x_{1'}^2 - 2x_{2'}^2 + 4x_{3'}^2.$$

Линейные члены преобразуются так:

$$-12\sqrt{30}x_1 - 14\sqrt{30}x_2 + 2\sqrt{30}x_3 = -40\sqrt{6}x_{1'} + 12\sqrt{5}x_{2'}.$$

В новой системе координат уравнение поверхности принимает вид:

$$4x_{1'}^2 - 2x_{2'}^2 + 4x_{3'}^2 - 40\sqrt{6}x_{1'} + 12\sqrt{5}x_{2'} + 506 = 0.$$

Выделяя полные квадраты, приводим уравнение к виду

$$4(x_{1'} - 5\sqrt{6})^2 - 2(x_{2'} - 3\sqrt{5})^2 + 4x_{3'}^2 - 4 = 0.$$

Вводя обозначения $y_1 = x_{1'} - 5\sqrt{6}$, $y_2 = x_{2'} - 3\sqrt{5}$, $y_3 = x_{3'}$, получаем следующий вид уравнения:

$$y_1^2 - \frac{y_2^2}{2} + y_3^2 = 1.$$

Получили уравнение однополостного гиперболоида. $\otimes$

Задания для самостоятельной работы

1. Найти собственные значения и собственные подпространства линейного оператора

$$\hat{A}: R^3 \rightarrow R^3,$$

имеющего в каноническом базисе пространства $\left\{ \vec{e}_1, \vec{e}_2, \vec{e}_3 \right\} \subset R^3$ матрицу:

$$1) A = \begin{pmatrix} -1 & -5 & 2 \\ -1 & -2 & -1 \\ 4 & 5 & 1 \end{pmatrix}; 2) B = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 2 & 3 & 1 \\ 3 & 1 & 2 \end{pmatrix}; C = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 0 \\ 3 & 1 & 4 \\ 0 & 4 & 1 \end{pmatrix}.$$

2. Найти собственные значения и собственные подпространства линейного оператора

$\hat{A}: R^3 \rightarrow R^3$, действие которого задано приведёнными ниже координатные равенства:

$$\left(\forall \vec{x} \in R^3 \right)$$

$$1) A \begin{pmatrix} x^1 \\ x^2 \\ x^3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x^1 \\ 2x^2 \\ 3x^3 \end{pmatrix}; 2) A \begin{pmatrix} x^1 \\ x^2 \\ x^3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x^1 \\ x^1 + x^2 \\ x^1 + x^2 + x^3 \end{pmatrix};$$

$$3) A \begin{pmatrix} x^1 \\ x^2 \\ x^3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x^1 - x^2 \\ 0 \\ x^1 + x^2 \end{pmatrix}; 4) A \begin{pmatrix} x^1 \\ x^2 \\ x^3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x^1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix};$$

$$5) A \begin{pmatrix} x^1 \\ x^2 \\ x^3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ x^2 \\ x^3 \end{pmatrix}; 6) A \begin{pmatrix} x^1 \\ x^2 \\ x^3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x^1 \\ 0 \\ x^3 \end{pmatrix}.$$

3. Линейный оператор $\hat{T}: E^3 \rightarrow E^3$ в некотором ортонормированном базисе $\left\{ \vec{e}_1, \vec{e}_2, \vec{e}_3 \right\}$

задан матрицей:

$$1) T = \frac{1}{3} \begin{pmatrix} 2 & 2 & -1 \\ 2 & -1 & 2 \\ -1 & 2 & 2 \end{pmatrix}; 2) T = \begin{pmatrix} 17 & -8 & 4 \\ -8 & 17 & -4 \\ 4 & -4 & 11 \end{pmatrix};$$

$$3) T = \begin{pmatrix} 1 & 2 & -4 \\ 2 & -2 & -2 \\ -4 & -2 & 1 \end{pmatrix}; 4) T = \begin{pmatrix} 5 & -2 & 4 \\ -2 & 8 & 2 \\ 4 & 2 & 5 \end{pmatrix}.$$

Построить в пространстве E^3 ортонормированный базис собственных векторов оператора $\hat{T}$ и записать матрицу оператора $\hat{T}$ в этом базисе.

4. Пусть в пространстве зафиксирован канонический базис

$$\left\{ \vec{e}_1, \vec{e}_2, \vec{e}_3 \right\} \subset R^3$$

и пусть дан некоторый линейный оператор $\hat{A}: R^3 \rightarrow R^3$. Показать, что линейные оболочки следующего вида

$$L\left\{ \vec{e}_1 \right\}, L\left\{ \vec{e}_2 \right\}, L\left\{ \vec{e}_3 \right\}, L\left\{ \vec{e}_1, \vec{e}_2 \right\}, L\left\{ \vec{e}_1, \vec{e}_3 \right\}, L\left\{ \vec{e}_2, \vec{e}_3 \right\}$$

являются инвариантными подпространствами относительно оператора $\hat{A}$.

5. Пусть подпространства $L_1 \subset X^n$ и $L_2 \subset X^n$ инвариантны относительно оператора

$$\hat{A}: X^n \rightarrow X^n.$$

Показать, что подпространства $L_1 + L_2$ и $L_1 \cap L_2$ также инвариантны относительно оператора $\hat{A}$.

6. Показать, что если $L \subset X^n$ – инвариантное подпространство оператора

$$\hat{A}: X^n \rightarrow X^n,$$

то L является инвариантным подпространством и относительно операторного многочлена

$$\hat{F}(\hat{A}) = a_0 \hat{I} + a_1 \hat{A} + a_2 \hat{A}^2 + \dots + a_m \hat{A}^m.$$

7. Пусть $\hat{A}: X^n \rightarrow X^n$ – некоторый линейный оператор. Доказать, что если оператор $\hat{A}$ биективный, то его инвариантные подпространства являются инвариантными и относительно оператора $\hat{A}^{-1}$.

8. Пусть $\hat{T}: R^2 \rightarrow R^2$ имеет матрицу

$$T = \begin{pmatrix} t_1^1 & t_2^1 \\ t_1^2 & t_2^2 \end{pmatrix}.$$

Найти все инвариантные подпространства оператора $\hat{T}$, если

$$T = \begin{pmatrix} -1 & 2 \\ 3 & 1 \end{pmatrix}.$$

9. Пусть $\hat{T}: R^3 \rightarrow R^3$ имеет матрицу

$$T = \begin{pmatrix} t_1^1 & t_2^1 & t_3^1 \\ t_1^2 & t_2^2 & t_3^2 \\ t_1^3 & t_2^3 & t_3^3 \end{pmatrix}.$$

Найти все инвариантные подпространства оператора $\hat{T}$, если

$$1) T = \begin{pmatrix} 2 & -1 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 2 & 1 \end{pmatrix}; 2) T = \begin{pmatrix} -1 & -2 & -2 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

10. Пусть $\hat{T}: R^4 \rightarrow R^4$ имеет матрицу

$$T = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 2 & -1 \\ 0 & 1 & 4 & -2 \\ 2 & -1 & 0 & 1 \\ 2 & -1 & -1 & 2 \end{pmatrix}.$$

Найти все собственные значения и собственные подпространства оператора $\hat{T}$.

Показать, что линейная оболочка

$$L\left\{\vec{e}_1 + 2\vec{e}_2, \vec{e}_2 + \vec{e}_3 + 2\vec{e}_4\right\}$$

является инвариантным подпространством оператора $\hat{T}$.

11. Получить параметрические и неявные уравнения плоскости $H^m \subset R^n$, проходящей через заданные точки

$$A_1(0; 6; 3; 5; 1), A_2(-3; 2; 4; 1; 0), \\ A_3(5; 1; 4; 3; 2), A_4(-1; 3; -4; 2; -1).$$

12. Используя критерий Грама линейной зависимости системы векторов в евклидовом пространстве, выяснить вопрос о линейной зависимости системы векторов $\left\{ \vec{x}_1, \vec{x}_2, \vec{x}_3 \right\} \subset R^3$:

$$1) \vec{x}_1 = -3\vec{e}_1 + \vec{e}_2 + 5\vec{e}_3,$$

$$\vec{x}_2 = 6\vec{e}_1 - 2\vec{e}_2 + 5\vec{e}_3$$

$$2) \vec{x}_1 = \vec{e}_1 + 2\vec{e}_2 + 3\vec{e}_3,$$

$$\vec{x}_2 = 4\vec{e}_1 + 5\vec{e}_2 + 6\vec{e}_3,$$

$$\vec{x}_3 = 7\vec{e}_1 + 8\vec{e}_2 + 9\vec{e}_3.$$

13. Используя критерий Грама линейной зависимости системы векторов в евклидовом пространстве, выяснить вопрос о линейной зависимости системы векторов $\left\{ \vec{x}_1, \vec{x}_2, \vec{x}_3, \vec{x}_4 \right\} \subset R^4$:

$$\vec{x}_1 = \vec{e}_1 + \vec{e}_2 + \vec{e}_3 + \vec{e}_4,$$

$$\vec{x}_2 = \vec{e}_1 - \vec{e}_2 - \vec{e}_3 + \vec{e}_4,$$

$$\vec{x}_3 = \vec{e}_1 - \vec{e}_2 + \vec{e}_3 - \vec{e}_4,$$

$$\vec{x}_4 = \vec{e}_1 + \vec{e}_2 - \vec{e}_3 - \vec{e}_4.$$

14. Пусть $L^3 \left\{ \vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3 \right\}$ – линейное многообразие в E^4 , а $\vec{x}$ – наклонная к многообразию

L^3 . Найти наименьший угол между вектором $\vec{x}$ и многообразием L^3 , если:

$$\vec{x} = 2\vec{e}_1 + 2\vec{e}_2 - \vec{e}_3 + 4\vec{e}_4,$$

$$\vec{a}_1 = \vec{e}_1 - \vec{e}_2 + \vec{e}_3 + \vec{e}_4,$$

$$\vec{a}_2 = -\vec{e}_1 + 2\vec{e}_2 + 3\vec{e}_3 + \vec{e}_4,$$

$$\vec{a}_3 = \vec{e}_1 + 5\vec{e}_2 + 3\vec{e}_4.$$

15. В ортонормированном базисе $\left\{ \vec{e}_1, \vec{e}_2, \vec{e}_3, \vec{e}_4 \right\}$ пространства E^4 задана система векторов

$$\vec{a}_1 = \vec{e}_1 - 2\vec{e}_4,$$

$$\vec{a}_2 = \vec{e}_1 + 2\vec{e}_2 + 2\vec{e}_3 + 4\vec{e}_4,$$

$$\vec{a}_3 = 3\vec{e}_1 - 6\vec{e}_3 - 13\vec{e}_4,$$

$$\vec{a}_4 = -\vec{e}_1 + 2\vec{e}_2 + 4\vec{e}_3 + 9\vec{e}_4.$$

1) Выяснить, является ли эта система векторов линейно независимой.

2) Найти объём параллелепипеда, построенного на тройке векторов

$$\left\{ \vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3 \right\}.$$

3) Используя процесс ортогонализации Шмидта, построить на их основе

новый ортонормированный базис пространства R^4 .

16. В пространстве R^5 найти ортонормированный базис ортогонального дополнения линейной оболочки системы векторов:

$$1) \vec{a}_1 = 5\vec{e}_1 + 3\vec{e}_2 + 2\vec{e}_4 + 2\vec{e}_5,$$

$$\vec{a}_2 = 9\vec{e}_1 + 5\vec{e}_2 + 6\vec{e}_3 - 4\vec{e}_4,$$

$$\vec{a}_3 = \vec{e}_1 + \vec{e}_2 - 6\vec{e}_3 - \vec{e}_5;$$

$$2) \vec{a}_1 = 4\vec{e}_1 + 10\vec{e}_2 - \vec{e}_3 + 4\vec{e}_4 - 2\vec{e}_5,$$

$$\vec{a}_2 = \vec{e}_1 + \vec{e}_2 - \vec{e}_3 - 2\vec{e}_4,$$

$$\vec{a}_3 = 2\vec{e}_1 + 4\vec{e}_2 - \vec{e}_3 + \vec{e}_5.$$

17. Систему строк матрицы

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 2 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & -2 \\ 2 & 1 & -1 & 0 & 2 \end{pmatrix}$$

дополнить двумя строками так, чтобы вся система стала ортогональной.

18. В пространстве R^4 даны две плоскости H_1 и H_2 с направляющими векторами

$$\left\{ \vec{a}_1, \vec{a}_2 \right\} \subset H_1, \left\{ \vec{b}_1, \vec{b}_2 \right\} \subset H_2,$$

соответственно. Найти наименьший угол, образованный векторами первой плоскости с векторами второй плоскости, если:

$$\begin{aligned} & \vec{a}_1 = \vec{e}_1, \vec{a}_2 = \vec{e}_2, \\ & \vec{b}_1 = \vec{e}_1 + \vec{e}_2 + \vec{e}_3 + \vec{e}_4, \vec{b}_2 = 2\vec{e}_1 - 2\vec{e}_2 + 5\vec{e}_3 + 2\vec{e}_4; \\ & \vec{a}_1 = \vec{e}_1, \vec{a}_2 = \vec{e}_2, \\ & \vec{b}_1 = \vec{e}_1 + \vec{e}_2 + \vec{e}_3 + \vec{e}_4, \vec{b}_2 = \vec{e}_1 - \vec{e}_2 + \vec{e}_3 - \vec{e}_4 \end{aligned}$$

19. Выяснить, какую линию на плоскости описывает уравнение:

$$\begin{aligned} 1) & x_2 = -1 - \frac{3}{5} \sqrt{26 - 2x_1 + x_1^2}; \\ 2) & x_1 = -4x_2^2 + 8x_2 - 1; \\ 3) & x_1 = 2 - \sqrt{3 - x_2}. \end{aligned}$$

20. Привести к каноническому виду уравнение линии второго порядка:

$$\begin{aligned} 1) & 17x_1^2 + 12x_1x_2 + 8x_2^2 - 80 = 0; \\ 2) & 4x_1x_2 + 3x_2^2 + 16 = 0. \end{aligned}$$

21. Привести к каноническому виду уравнение поверхности второго порядка:

$$\begin{aligned} 1) & 2x_1^2 + x_2^2 - 4x_1x_2 - 4x_2x_3 + \frac{4}{3}x_1 - \frac{16}{3}x_2 + \frac{32}{3}x_3 + 10 = 0; \\ 2) & \alpha x_1 - 3\sqrt{2}x_2 + 2\sqrt{3}x_3 - 7 = 0, \end{aligned}$$

где $\alpha = 5$ или $\alpha = 0$.

ЧАСТЬ 3. ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЕ И ИНТЕГРАЛЬНОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ

ФУНКЦИЙ ОДНОГО ПЕРЕМЕННОГО

Практическое занятие 1. Понятие предела числовой последовательности

Предварительные сведения

Если каждому натуральному числу n по некоторому закону ставится в соответствие вполне определённое действительное число, то говорят, что задана **бесконечная числовая последовательность**

$$(a_n) = a_1, a_2, a_3, \dots, a_{n-1}, a_n, a_{n+1}, \dots$$

Числа a_n ($n = 1, 2, 3, \dots$) называются **элементами (членами)** последовательности (a_n) .

Числовая последовательность (a_n) называется **монотонно возрастающей (монотонно убывающей)**, если

$$(\forall n \in N): a_n \leq a_{n+1} \quad (a_n \geq a_{n+1}),$$

и **строго монотонно возрастающей (строго монотонно убывающей)**, если

$$(\forall n \in N): a_n < a_{n+1} \quad (a_n > a_{n+1}).$$

Пусть $\varepsilon \in R^1$ ($\varepsilon > 0$) и $x_0 \in R^1$. Тогда множество

$$U_\varepsilon(x_0) \stackrel{\text{def}}{=} \{x \in R^1 : |x - x_0| < \varepsilon\}$$

называется **ε -окрестностью** числа (точки) x_0 .

Последовательность (x_n) действительных чисел **сходится к действительному числу x_0** , если для каждого (сколь угодно малого) положительного числа ε найдётся номер n_0 , такой, что начиная с этого номера, то есть, для всех номеров $n \geq n_0$, выполняется неравенство

$$|x_n - x_0| < \varepsilon.$$

Пусть (x_n) и (y_n) – числовые последовательности, сходящиеся, соответственно, к пределам x_0 и y_0 :

$$\lim_{n \rightarrow \infty} x_n = x_0, \quad \lim_{n \rightarrow \infty} y_n = y_0.$$

Тогда справедливы следующие утверждения:

1) если $x_n \equiv C$, где C – некоторая постоянная величина (число), то

$$\lim_{n \rightarrow \infty} x_n = C;$$

2) существует предел $\lim_{n \rightarrow \infty} (x_n + y_n)$, причём

$$\lim_{n \rightarrow \infty} (x_n + y_n) = \lim_{n \rightarrow \infty} x_n + \lim_{n \rightarrow \infty} y_n = x_0 + y_0;$$

3) существует предел $\lim_{n \rightarrow \infty} (x_n \cdot y_n)$, причём

$$\lim_{n \rightarrow \infty} (x_n \cdot y_n) = \lim_{n \rightarrow \infty} x_n \cdot \lim_{n \rightarrow \infty} y_n = x_0 y_0;$$

4) если $\lim_{n \rightarrow \infty} x_n \neq 0$, то существует предел $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{x_n}$, причём

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{x_n} = \frac{1}{\lim_{n \rightarrow \infty} x_n} = \frac{1}{x_0}.$$

Примеры с решением

Пример 3.1.1. Показать, что $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n+1}{n} = 1$.

Решение. Действительно, для произвольного $\varepsilon > 0$ имеем:

$$\left| \frac{n+1}{n} - 1 \right| < \varepsilon \Rightarrow \left| \frac{n+1}{n} - 1 \right| = \left| \frac{n+1-n}{n} \right| = \frac{1}{n} < \varepsilon \Rightarrow n > \frac{1}{\varepsilon}.$$

Таким образом, для любого наперед заданного $\varepsilon > 0$ мы нашли номер $n_0 = \left[\frac{1}{\varepsilon} \right] + 1$, такой, что

$(\forall n \geq n_0) \left| \frac{n+1}{n} - 1 \right| < \varepsilon$, следовательно, 1 является пределом данной последовательности.

⊗

Пример 3.3.1.2. Доказать существование предела последовательности с общим членом

$$x_n = \frac{1}{2+1} + \frac{1}{2^2+1} + \frac{1}{2^3+1} + \dots + \frac{1}{2^n+1}.$$

Решение. Покажем, что данная последовательность монотонна и ограничена. Из формулы общего члена последовательности имеем:

$$x_{n+1} = x_n + \frac{1}{2^{n+1}+1} \Rightarrow x_{n+1} > x_n,$$

то есть последовательность монотонно возрастает и ограничена снизу, например, первым элементом x_1 . При любом n , очевидно, $\frac{1}{2^n+1} < \frac{1}{2^n}$. Последовательность ограничена сверху:

$$\begin{aligned} x_n &= \frac{1}{2+1} + \frac{1}{2^2+1} + \frac{1}{2^3+1} + \dots + \frac{1}{2^n+1} < \frac{1}{2} + \frac{1}{2^2} + \frac{1}{2^3} + \dots + \frac{1}{2^n} = \\ &= \frac{\frac{1}{2} - \frac{1}{2^{n+1}}}{1 - \frac{1}{2}} = 1 - \frac{1}{2^n} < 1. \end{aligned}$$

Последовательность монотонна и ограничена, следовательно, по критерию сходимости имеет предел. ⊗

Пример 3.3.1.3. Доказать, что последовательность (x_n) есть бесконечно малая последовательность, если

$$1) x_n = \frac{(-1)^{n+1}}{n}; 2) x_n = \frac{2n}{n^3+1}; 3) x_n = \frac{1}{n!}; 4) x_n = (-1)^n \cdot 0,999^n.$$

Составить для каждого случая таблицу следующего вида:

ε	0,1	0,001	0,0001	...
n_0				

Р е ш е н и е. 1) По определению

$$(\forall \varepsilon > 0) (\exists n_0 \in N): (\forall n \geq n_0) \left| \frac{(-1)^{n+1}}{n} - 0 \right| < \varepsilon.$$

Решаем неравенство:

$$\left| \frac{(-1)^{n+1}}{n} \right| < \varepsilon \Rightarrow \frac{1}{n} < \varepsilon \Rightarrow n > \frac{1}{\varepsilon} \Rightarrow n > \left[\frac{1}{\varepsilon} \right] \Rightarrow n_0 = \left[\frac{1}{\varepsilon} \right] + 1.$$

Таким образом, по произвольному положительному числу ε мы нашли номер $n_0 = n_0(\varepsilon)$ такой, что начиная с этого номера, выполнено определение предела последовательности. Следовательно, последовательность имеет предел, который равен

$$\lim_{n \rightarrow \infty} x_n = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{(-1)^{n+1}}{n} = 0.$$

Таким образом, последовательность является бесконечно малой последовательностью.

Пусть, например, $\varepsilon = 0,1$. Тогда

$$n_0 = \left[\frac{1}{1/10} \right] + 1 = 11.$$

И так далее, для указанных в таблице значений ε . Искомая таблица принимает вид:

ε	0,1	0,001	0,0001	...
n_0	11	1001	10001	...

2) По определению

$$(\forall \varepsilon > 0) (\exists n_0 \in N): (\forall n \geq n_0) \left| \frac{2n}{n^3 + 1} - 0 \right| < \varepsilon.$$

Решаем неравенство:

$$\left| \frac{2n}{n^3 + 1} \right| < \varepsilon \Rightarrow \frac{2n}{n^3} < \varepsilon \Rightarrow \frac{2}{n^2} < \varepsilon \Rightarrow \frac{n^2}{2} > \frac{1}{\varepsilon} \Rightarrow n > \sqrt{\frac{2}{\varepsilon}} \Rightarrow n > \left[\sqrt{\frac{2}{\varepsilon}} \right] \Rightarrow n_0 = \left[\sqrt{\frac{2}{\varepsilon}} \right] + 1.$$

Таким образом, по произвольному положительному числу ε мы нашли номер $n_0 = n_0(\varepsilon)$ такой, что начиная с этого номера, выполнено определение предела последовательности. Следовательно, последовательность имеет предел, который равен

$$\lim_{n \rightarrow \infty} x_n = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{2n}{n^3 + 1} = 0.$$

Таким образом, последовательность является бесконечно малой последовательностью.

Пусть, например, $\varepsilon = 0,1$. Тогда

$$n_0 = \left[\sqrt{\frac{2}{1/10}} \right] + 1 \approx [4,472] + 1 = 5.$$

И так далее, для указанных в таблице значений ε . Искомая таблица принимает вид:

ε	0,1	0,001	0,0001	...
n_0	5	46	142	...

Остальные примеры решаются аналогично и предлагаются для самостоятельного решения.

⊗

Пример 3.3.1.4. Найти предел последовательности с общим членом

$$x_n = \frac{2n^2}{n^2 - 1}.$$

Решение. Преобразуем общий член последовательности:

$$x_n = \frac{2n^2}{n^2 - 1} = 2 \cdot \frac{n}{n-1} \cdot \frac{n}{n+1} = 2 \cdot \frac{1}{1 - \frac{1}{n}} \cdot \frac{1}{1 + \frac{1}{n}}.$$

Используя правила действий с пределами последовательностей, имеем:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} x_n = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{2n^2}{n^2 - 1} = 2 \cdot \frac{1}{1 - \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n}} \cdot \frac{1}{1 + \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n}} = 2. \otimes$$

Пример 3.3.1.5. Вычислить предел последовательности с общим членом

$$x_n = \frac{(2n+1) \cdot (3n+1)}{n^2}.$$

Решение. Преобразуем общий член последовательности:

$$x_n = \frac{(2n+1) \cdot (3n+1)}{n^2} = \frac{2n+1}{n} \cdot \frac{3n+1}{n} = \left(2 + \frac{1}{n}\right) \cdot \left(3 + \frac{1}{n}\right).$$

Используя правила действий с пределами, имеем:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} x_n = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{(2n+1) \cdot (3n+1)}{n^2} = \lim_{n \rightarrow \infty} \left(2 + \frac{1}{n}\right) \cdot \lim_{n \rightarrow \infty} \left(3 + \frac{1}{n}\right) = 2 \cdot 3 = 6. \otimes$$

Пример 3.3.1.6. Найти предел последовательности с общим членом

$$x_n = \sqrt{n^2 + n} - n.$$

Решение. Имеем неопределённость вида $[\infty - \infty]$. Преобразуем формулу для общего члена:

$$\sqrt{n^2 + n} - n = \frac{(\sqrt{n^2 + n} - n)(\sqrt{n^2 + n} + n)}{\sqrt{n^2 + n} + n} = \frac{n}{\sqrt{n^2 + n} + n} = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{1}{n}} + 1}.$$

Вычисляем предел последовательности:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{1}{n}} + 1} = \frac{1}{\lim_{n \rightarrow \infty} \sqrt{1 + \frac{1}{n}} + 1} = \frac{1}{2}. \otimes$$

Пример 3.3.1.7. Вычислить предел последовательности с общим членом

$$x_n = \frac{1}{1 \cdot 2} + \frac{1}{2 \cdot 3} + \dots + \frac{1}{n \cdot (n+1)}.$$

Решение. Преобразуем формулу для общего члена последовательности:

$$\begin{aligned} x_n &= \frac{1}{1 \cdot 2} + \frac{1}{2 \cdot 3} + \dots + \frac{1}{n \cdot (n+1)} = \left(1 - \frac{1}{2}\right) + \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{3}\right) + \dots + \left(\frac{1}{n} - \frac{1}{n+1}\right) = \\ &= 1 - \frac{1}{n+1}. \end{aligned}$$

Теперь

$$\lim_{n \rightarrow \infty} x_n = \lim_{n \rightarrow \infty} \left(\frac{1}{1 \cdot 2} + \frac{1}{2 \cdot 3} + \dots + \frac{1}{n \cdot (n+1)} \right) = \lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 - \frac{1}{n+1} \right) = 1. \otimes$$

Пример 3.3.1.8 (неперово число e). Показать, что последовательность с общим членом

$$x_n = \left(1 + \frac{1}{n}\right)^n$$

сходится, то есть, существует предел

$$\lim_{n \rightarrow \infty} x_n \equiv \lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{n}\right)^n = e.$$

Решение. Приведём значение этого числа, применяемое в обычных расчётах, не требующих слишком большой точности: $e = 2,71828\dots$

Приступим к строгому исследованию данного предела. Докажем сходимость последователь-

ность $x_n = \left(1 + \frac{1}{n}\right)^n$.

Покажем, что

$$(\forall b > -1) \wedge (\forall n \in N) (1+b)^n \geq 1+nb.$$

Для этого применим индукцию по n :

1) при $n=1$ имеем $1+b \geq 1+b$, что всегда выполняется;

2) предположим, что $(\forall n=k) (1+b)^k \geq 1+kb$;

3) покажем, что $(\forall b > -1) \wedge (n=k+1) (1+b)^{k+1} \geq 1+(k+1)b$.

Справедливость заключения следует из цепочки выкладок:

$$(1+b)^{k+1} = (1+b)^k (1+b) \geq (1+b)(1+kb) = 1+kb+b+kb^2 \geq 1+(k+1)b,$$

так как $kb^2 > 0$.

Так как неравенство справедливо при $n=1$, оно справедливо и при любом $n \in N$. Итак, $(\forall b > -1)$ и $(\forall n \in N)$

$$(1+b)^n \geq 1+nb. \quad (1)$$

Рассмотрим последовательность с общим членом

$$y_n = \left(1 + \frac{1}{n}\right)^{n+1}.$$

Для этой последовательности

$$\begin{aligned} \frac{y_{n-1}}{y_n} &= \frac{\left(1 + \frac{1}{n-1}\right)^n}{\left(1 + \frac{1}{n}\right)^{n+1}} = \frac{n^{2n+1} \cdot (n-1)}{(n-1)^n \cdot (n+1)^{n+1} \cdot (n-1)} = \\ &= \frac{(n^2)^{n+1} \cdot (n-1)}{(n^2-1)^{n+1} \cdot n} = \frac{(n^2-1+1)^{n+1} \cdot n-1}{(n^2-1)^{n+1} \cdot n} = \\ &= \left(\frac{n^2-1+1}{n^2-1}\right)^{n+1} \cdot \frac{n-1}{n} = \left(1 + \frac{1}{n^2-1}\right)^{n+1} \cdot \frac{n-1}{n} \geq \{используем(1)\} \geq \\ &\geq \left(1 + (n+1) \cdot \frac{1}{n^2-1}\right) \cdot \frac{n-1}{n} = \left(1 + \frac{1}{n-1}\right) \cdot \frac{n-1}{n} = 1. \end{aligned}$$

Таким образом,

$$(\forall n \in N) \frac{y_{n-1}}{y_n} \geq 1$$

а, следовательно, $y_n \leq y_{n-1}$, то есть, последовательность с общим членом

$$y_n = \left(1 + \frac{1}{n}\right)^{n+1}$$

монотонно убывает. Так как

$$\left(1 + \frac{1}{n}\right)^{n+1} > 1,$$

эта последовательность ограничена снизу. Но тогда по критерию сходимости ограниченной последовательности данная последовательность сходится.

Далее имеем:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{n}\right)^n = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\left(1 + \frac{1}{n}\right)^{n+1}}{\left(1 + \frac{1}{n}\right)} = \lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{n}\right)^{n+1},$$

где использовано, что

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{n}\right) = 1.$$

Так как предел в правой части равенства существует

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{n}\right)^{n+1} = e,$$

то существует и предел левой части. Итак, предел существует и обозначается

$$e = \lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{n}\right)^n. \otimes$$

Пример 3.3.1.9. Доказать неравенство Бернулли:

$$(1 + x_1)(1 + x_2) \dots (1 + x_n) \geq 1 + x_1 + x_2 + \dots + x_n.$$

Решение. Неравенство справедливо при $n = 1, 2$, что легко проверяется.

Например, для $n = 2$ имеем:

$$(1 + x_1)(1 + x_2) = 1 + x_1 + x_2 + x_1 x_2 \geq 1 + x_1 + x_2.$$

Предположим, что неравенство справедливо при $n = k$, то есть

$$(1 + x_1)(1 + x_2) \dots (1 + x_k) \geq 1 + x_1 + x_2 + \dots + x_k$$

и покажем, что оно справедливо и при $n = k + 1$. Имеем:

$$\begin{aligned} (1 + x_1)(1 + x_2) \dots (1 + x_k)(1 + x_{k+1}) &\geq (1 + x_1 + x_2 + \dots + x_k)(1 + x_{k+1}) = \\ &= 1 + x_1 + x_2 + \dots + x_k + x_{k+1} + (1 + x_1 + x_2 + \dots + x_k)x_{k+1} \geq \\ &\geq 1 + x_1 + x_2 + \dots + x_k + x_{k+1}. \end{aligned}$$

По заключению индукции неравенство справедливо при любом $k = n$. $\otimes$

Пример 3.3.1.10. Показать, что если $x > -1$, то

$$(1+x)^n \geq 1+nx \quad (n > 1),$$

причём знак равенства имеет место только при $x = 0$.

Решение. Полагая в неравенстве предыдущего примера

$$x_1 = x_2 = \dots = x_n = x,$$

получаем требуемое неравенство. $\otimes$

Пример 3.3.1.11. Вычислить предел последовательности с общим членом

$$x_n = n[\ln(n+3) - \ln n].$$

Решение. Преобразуем формулу для общего члена:

$$x_n = n[\ln(n+3) - \ln n] = \ln \left(\frac{n+3}{n} \right)^n = 3 \cdot \ln \left(1 + \frac{1}{n/3} \right)^{n/3}.$$

Переходя к пределу, имеем:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} x_n = 3 \cdot \lim_{n \rightarrow \infty} \ln \left(1 + \frac{1}{n/3} \right)^{n/3} = 3 \cdot \ln e = 3. \quad \otimes$$

Пример 3.3.1.12. Доказать, что последовательность (a^n) является:

- 1) бесконечно большой последовательностью при $|a| > 1$;
- 2) бесконечно малой последовательностью при $|a| < 1$.

Решение. 1) Пусть $|a| > 1$. Покажем, что последовательность (a^n) удовлетворяет определению бесконечно большой последовательности, то есть $(\forall A > 0) (\exists n_0 \in \mathbb{N}): (\forall n \geq n_0)$

$$|a|^n > A. \quad (1)$$

Зададимся произвольным числом $A > 0$. Для нахождения номера n_0 решим неравенство (1) относительно номера. Получим

$$\log_{|a|} |a|^n > \log_{|a|} A \Rightarrow n > \log_{|a|} A \Rightarrow n > \lfloor \log_{|a|} A \rfloor.$$

Следовательно, выполнение неравенства (1) начинается с номера

$$n_0 = \lfloor \log_{|a|} A \rfloor + 1.$$

Что и требовалось доказать.

2) Пусть $|a| < 1$. Если $a = 0$, то $(\forall n \in \mathbb{N}) a^n = 0$ и, следовательно, последовательность (a^n) бесконечно малая. Пусть $a \neq 0$. Тогда

$$a^n = \left(\left(\frac{1}{a} \right)^n \right)^{-1}. \quad (2)$$

Так в этом случае $\frac{1}{|a|} > 1$, то последовательность $\left(\frac{1}{a^n} \right)$ является бесконечно большой последовательностью, последовательность

$$a^n = \left(\left(\frac{1}{a} \right)^n \right)^{-1}$$

– бесконечно малой последовательностью. Поэтому в силу (2) при $|a| < 1$ последовательность (a^n) – бесконечно малая последовательность. $\otimes$

Пример 3.3.1.13. Показать, что если (x_n) – сходящаяся последовательность, а (y_n) – бесконечно большая последовательность, то последовательность

$$(z_n) = (x_n + y_n)$$

– бесконечно большая последовательность.

Решение. Покажем, что

$$(\forall A > 0) (\exists n_0 \in N): (\forall n \geq n_0) |x_n + y_n| > A.$$

В силу критерия сходимости последовательности сходящаяся последовательность (x_n) ограничена, то есть

$$(\exists M > 0): (\forall n \in N) |x_n| < M. \quad (1)$$

Пусть задано произвольное $A > 0$. Так как последовательность (y_n) бесконечно большая, то для числа $A + M$

$$(\exists n_0 \in N): (\forall n \geq n_0) |y_n| > A + M. \quad (2)$$

Из неравенств (1) и (2) получаем: $|x_n + y_n| \geq |y_n| - |x_n| > A + M - M = A$.

Что и требовалось доказать. $\otimes$

Пример 3.3.1.14. Вычислить предел последовательности с общим членом

$$x_n = \frac{\sqrt{n}}{n+1} \cos n. \quad (1)$$

Решение. Так как $(\forall x \in R^1) |\cos x| < 1$, то последовательность $(\cos n)$ ограничена.

Покажем, что последовательность $\left(\frac{\sqrt{n}}{n+1} \right)$ – бесконечно малая последовательность. Действительно,

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\sqrt{n}}{n+1} = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\frac{1}{\sqrt{n}}}{1 + \frac{1}{n}} = \frac{\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{\sqrt{n}}}{\lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{n}\right)} = 0.$$

По свойствам бесконечно малых последовательностей произведение ограниченной последовательности на бесконечно малую последовательность, то есть последовательность с общим членом (1), является бесконечно малой последовательностью и, следовательно,

$$\lim_{n \rightarrow \infty} x_n = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\sqrt{n}}{n+1} \cos n = 0. \otimes$$

Практическое занятие 2. Непрерывность и предел функции

Предварительные сведения

Функция $f: M \rightarrow f(M)$ называется **непрерывной в точке** $x_0 \in M$, если для каждой последовательности (x_n) точек множества M , сходящейся к точке x_0 , последовательность $(f(x_n))$ соответствующих значений функции f сходится к значению $f(x_0)$ функции в этой точке (определение непрерывности по Гейне).

Функция $f: M \rightarrow f(M)$ называется **непрерывной в точке** $x_0 \in M$, если

$$(\forall \varepsilon > 0) (\exists \delta > 0): |x - x_0| < \delta \Rightarrow |f(x) - f(x_0)| < \varepsilon$$

(определение непрерывности по Коши).

Говорят, что функция f , определённая на множестве M , имеет **предел** C при $x \rightarrow x_0$, и пишут

$$\lim_{x \rightarrow x_0} f(x) = C,$$

если для каждой последовательности точек

$$x_n \in M - \{x_0\}: \lim_{n \rightarrow \infty} x_n = x_0,$$

последовательность $(f(x_n))$ соответствующих значений функции сходится к точке (числу) C , то есть

$$\lim_{n \rightarrow \infty} f(x_n) = C.$$

Говорят, что функция f , определённая на множестве M , имеет предел C при $x \rightarrow x_0$, и при этом пишут

$$\lim_{x \rightarrow x_0} f(x) = C,$$

если для произвольного числа $\varepsilon > 0$ найдётся такое число $\delta > 0$, что для всех точек x удовлетворяющих условию $|x - x_0| < \delta$, выполняется неравенство

$$|f(x) - C| < \varepsilon.$$

Пусть x_0 – предельная точка множества M . Функция $\alpha: M \rightarrow \mathbb{R}$ называется **бесконечно малой функцией** при условии $x \rightarrow x_0$, если

$$(\forall \varepsilon > 0)(\exists \delta > 0): |x - x_0| < \delta \Rightarrow |\alpha(x)| < \varepsilon.$$

Пусть f и g – две действительные функции, имеющие одно и то же множество определения

$M \subset \mathbb{R}^1$, $\alpha \in \mathbb{R}^1$ – некоторое действительное число, а x_0 – предельная точка множества M . Тогда

если пределы этих функций в точке x_0 существуют и соответственно равны

$$\lim_{x \rightarrow x_0} f(x) = a, \quad \lim_{x \rightarrow x_0} g(x) = b,$$

где $a, b \in \mathbb{R}^1$, то справедливы следующие правила выполнения рациональных операций с пределами функций:

$$1) \lim_{x \rightarrow x_0} (\alpha f)(x) = \alpha \lim_{x \rightarrow x_0} f(x) = \alpha a;$$

$$2) \lim_{x \rightarrow x_0} (f \pm g)(x) = \lim_{x \rightarrow x_0} f(x) \pm \lim_{x \rightarrow x_0} g(x) = a \pm b;$$

$$3) \lim_{x \rightarrow x_0} (fg)(x) = \lim_{x \rightarrow x_0} f(x) \lim_{x \rightarrow x_0} g(x) = ab;$$

$$4) \lim_{x \rightarrow x_0} \left(\frac{f}{g} \right)(x) = \frac{\lim_{x \rightarrow x_0} f(x)}{\lim_{x \rightarrow x_0} g(x)} = \frac{a}{b}, \text{ если } \lim_{x \rightarrow x_0} g(x) \neq 0.$$

Примеры с решением

Пример 3.3.1.15. Вычислить предел функции в точке: $\lim_{x \rightarrow 1} (3x^2 + x + 5)$.

Решение. Выбираем произвольную последовательность значений аргумента (x_n) , сходящуюся к 1, то есть такую, что $\lim_{n \rightarrow \infty} x_n = 1$. Используем определение по Гейне:

$$\begin{aligned}\lim_{x \rightarrow 1} (3x^2 + x + 5) &= \lim_{n \rightarrow \infty} (3x_n^2 + x_n + 5) = \\ &= 3 \lim_{n \rightarrow \infty} x_n^2 + \lim_{n \rightarrow \infty} x_n + \lim_{n \rightarrow \infty} 5 = 3 + 1 + 5 = 9. \otimes\end{aligned}$$

Пример 3.3.1.16. Показать, что $\lim_{x \rightarrow 6} (2x - 5) = 7$.

Решение. Выбираем произвольное $\varepsilon > 0$. Найдём для него такое $\delta > 0$, что из неравенства

$$|x - 6| < \delta \Rightarrow 6 - \delta < x < 6 + \delta. \quad (1)$$

будет следовать неравенство

$$|(2x - 5) - 7| < \varepsilon.$$

Производя тождественные преобразования, получаем:

$$\begin{aligned}|(2x - 5) - 7| < \varepsilon &\Rightarrow |2x - 12| < \varepsilon \Rightarrow 2|x - 6| < \varepsilon \Rightarrow |x - 6| < \frac{\varepsilon}{2} \\ &\Rightarrow 6 - \frac{\varepsilon}{2} < x < 6 + \frac{\varepsilon}{2}. \quad (2)\end{aligned}$$

Сравнивая (1) и (2), получаем, что

$$\delta = \frac{\varepsilon}{2}.$$

Последнее и доказывает, что $\lim_{x \rightarrow 6} (2x - 5) = 7$. $\otimes$

Пример 3.3.1.17. Показать, что

$$\lim_{x \rightarrow \frac{1}{3}} \frac{15x^2 - 2x - 1}{x - \frac{1}{3}} = 8.$$

Решение. По определению предела нужно чтобы выполнялось условие:

$$(\forall \varepsilon > 0) (\exists \delta > 0): \left| x - \frac{1}{3} \right| < \delta \Rightarrow \left| \frac{15x^2 - 2x - 1}{x - \frac{1}{3}} - 8 \right| < \varepsilon.$$

Решаем неравенство

$$\left| \frac{15x^2 - 2x - 1}{x - \frac{1}{3}} - 8 \right| < \varepsilon \Leftrightarrow \left| \frac{15 \left(x - \frac{1}{3} \right) \left(x + \frac{1}{5} \right)}{x - \frac{1}{3}} - 8 \right| < \varepsilon \Leftrightarrow$$

$$|15x - 5| < \varepsilon \Leftrightarrow \frac{1}{3} - \frac{\varepsilon}{15} < x < \frac{1}{3} + \frac{\varepsilon}{15}.$$

Таким образом, как только

$$x \in \left(\frac{1}{3} - \frac{\varepsilon}{15}, \frac{1}{3} \right) \cup \left(\frac{1}{3}, \frac{1}{3} + \frac{\varepsilon}{15} \right),$$

так сразу

$$\left| \frac{15x^2 - 2x - 1}{x - \frac{1}{3}} - 8 \right| < \varepsilon.$$

Из этого следует, что $\delta = \frac{\varepsilon}{15}$. Итак,

$$(\forall \varepsilon > 0) \left| x - \frac{1}{3} \right| < \frac{\varepsilon}{15} \Rightarrow \left| \frac{15x^2 - 2x - 1}{x - \frac{1}{3}} - 8 \right| < \varepsilon,$$

а значит $\lim_{x \rightarrow 1/3} \frac{15x^2 - 2x - 1}{x - \frac{1}{3}} = 8. \otimes$

Пример 3.3.1.18. Найти предел функции в точке: $\lim_{x \rightarrow 1} \frac{x^2 - 3x + 2}{3x^2 + x - 4}.$

Р е ш е н и е. Непосредственно перейти к пределу в числителе и знаменателе нельзя, так как

$$\lim_{x \rightarrow 1} \frac{x^2 - 3x + 2}{3x^2 + x - 4} = \left[\frac{0}{0} \right], \text{ то есть получаем так называемую } \textit{неопределённость вида } \frac{0}{0}. \text{ Для «рас-}$$

крытия» этой неопределённости разложим числитель и знаменатель на множители, предварительно прирав-

няв их к нулю ($x^2 - 3x + 2 = 0, 3x^2 + x - 4 = 0$) и решив соответствующие квадратные урав-

нения. В результате получаем:

$$\frac{x^2 - 3x + 2}{3x^2 + x - 4} = \frac{(x-2)(x-1)}{3(x-1)\left(x + \frac{4}{3}\right)}.$$

Так как $x \rightarrow 1$, но $x \neq 1$, то на множитель $(x-1)$, дающий в пределе $x \rightarrow 1$ нуль, можно сокра-

тить. В результате получаем:

$$\lim_{x \rightarrow 1} \frac{x^2 - 3x + 2}{3x^2 + x - 4} = \lim_{x \rightarrow 1} \frac{(x-2)}{3\left(x + \frac{4}{3}\right)} = \frac{1}{3} \cdot \frac{\lim_{x \rightarrow 1} (x-2)}{\lim_{x \rightarrow 1} \left(x + \frac{4}{3}\right)} = -\frac{1}{7}. \otimes$$

Пример 3.3.1.19. Пользуясь определением непрерывности по Коши, показать, что функция $f(x) = 5x^2 + 5$ непрерывна в точке $x_0 = 8$.

Р е ш е н и е. Значение функции в точке $x_0 = 8$ равно $f(8) = 325$. По определению функция будет в точке $x_0 = 8$ непрерывной, если

$$(\forall \varepsilon > 0) (\exists \delta > 0): |x - 8| < \delta \Rightarrow |5x^2 + 5 - 325| < \varepsilon.$$

Решаем последнее неравенство, чтобы найти промежуток числовой оси M такой, что как только $x \in M$, так сразу $|5x^2 + 5 - 325| < \varepsilon$. Имеем:

$$|5x^2 + 5 - 325| < \varepsilon \Rightarrow |5x^2 - 320| < \varepsilon \Rightarrow 64 - \frac{\varepsilon}{5} < x^2 < 64 + \frac{\varepsilon}{5} \Rightarrow$$

$$\sqrt{64 - \frac{\varepsilon}{5}} < x < \sqrt{64 + \frac{\varepsilon}{5}}.$$

Таким образом,

$$x \in \left(\sqrt{64 - \frac{\varepsilon}{5}}, \sqrt{64 + \frac{\varepsilon}{5}} \right) \Rightarrow |(5x^2 + 5) - 325| < \varepsilon,$$

а это и означает, что функция в точке $x_0 = 8$ непрерывна. $\otimes$

Пример 3.3.1.20. Найти и классифицировать точки разрыва функции

$$f(x) = \begin{cases} 2 - x, & x \leq 0; \\ \cos x, & 0 < x < \frac{\pi}{2}; \\ 0, & x \geq \frac{\pi}{2}. \end{cases}$$

Решение. Функция непрерывна в промежутках

$$(-\infty, 0], \left(0, \frac{\pi}{2}\right), \left[\frac{\pi}{2}, +\infty\right).$$

Исследуем функцию в точках 0 и $\frac{\pi}{2}$.

Так как

$$\lim_{x \rightarrow 0-0} f(x) = \lim_{x \rightarrow 0-0} (2 - x) = 2, \quad \lim_{x \rightarrow 0+0} f(x) = \lim_{x \rightarrow 0+0} \cos x = 1,$$

то $x = 0$ является точкой разрыва первого рода, в ней функция испытывает скачок

$$\lim_{x \rightarrow 0-0} f(x) - \lim_{x \rightarrow 0+0} f(x) = 2.$$

Далее имеем:

$$\lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{2}-0} f(x) = \lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{2}-0} \cos x = 0, \quad \lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{2}+0} f(x) = \lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{2}+0} 0 = 0.$$

Так как $f\left(\frac{\pi}{2}\right) = 0$, то

$$\lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{2}-0} f(x) = \lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{2}+0} f(x) = f\left(\frac{\pi}{2}\right)$$

и функция в точке $x = \frac{\pi}{2}$ непрерывна. Таким образом, функция непрерывна на всей числовой оси

$\mathbb{R}$, кроме точки $x = 0$, которая является точкой разрыва первого рода. $\otimes$

Пример 3.3.1.21. Найти точки разрыва функции, определённой формулой

$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{3x^2 - 9}, & x \neq 3, \\ 1, & x = 3. \end{cases}$$

Если точки разрыва существуют, то дать их классификацию.

Решение. Вычислим односторонние пределы при $x \rightarrow 3$:

$$\lim_{x \rightarrow 3-0} f(x) = \lim_{x \rightarrow 3-0} \frac{1}{3x^2 - 9} = \frac{1}{18};$$

$$\lim_{x \rightarrow 3+0} f(x) = \lim_{x \rightarrow 3+0} \frac{1}{3x^2 - 9} = \frac{1}{18}.$$

Итак, пределы слева и справа существуют, равны, но не равны значению функции в точке $x = 3$:

$$\lim_{x \rightarrow 3-0} f(x) = \lim_{x \rightarrow 3+0} f(x) = \frac{1}{18} \neq 1.$$

Имеем точку разрыва первого рода, а именно, точку устранимого разрыва. $\otimes$

Пример 3.3.1.22. Вычислить предел

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{2x \cdot \sin x}{1 - \cos x}.$$

Решение. Непосредственно вычислить предел нельзя. Поэтому заметим, что

$$\lim_{x \rightarrow 0} (2x \cdot \sin x) = 0, \quad \lim_{x \rightarrow 0} (1 - \cos x) = 0.$$

Таким образом, функции в числителе и знаменателе при $x \rightarrow 0$ являются бесконечно малыми функциями.

Для нахождения предела их отношения заменим эти функции эквивалентными бесконечно малыми при $x \rightarrow 0$ функциями. Вспомним, что

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x} = 1,$$

то есть, $\sin x \approx x$ при $x \rightarrow 0$.

Далее, вспоминая, что $1 - \cos x = 2 \sin^2 \frac{x}{2}$ и заменяя $\sin \frac{x}{2} \approx \frac{x}{2}$, получим, что

$$1 - \cos x = 2 \sin^2 \frac{x}{2} \approx 2 \frac{x^2}{4} = \frac{x^2}{2}.$$

Теперь предел легко находится как предел отношения эквивалентных бесконечно малых функций:

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{2x \cdot \sin x}{1 - \cos x} = \lim_{x \rightarrow 0} \frac{2x \cdot x}{\frac{x^2}{2}} = 4. \quad \otimes$$

Практическое занятие 3. Дифференцируемость функции одного переменного

Предварительные сведения

Пусть $M \subset R^1$ – допустимое множество. Действительная функция $f: M \rightarrow R$ называется **дифференцируемой в точке** $x_0 \in M$, если выполняется условие:

$$(\exists U(x_0) \subset M): (\forall x \in U(x_0))$$

$$f(x) = f(x_0) + D(x_0) \cdot (x - x_0) + o(x - x_0),$$

где $\lim_{x \rightarrow x_0} \frac{o(x - x_0)}{x - x_0} = 0$.

Пусть f – функция, определённая на множестве $M \subset R^1$ и дифференцируемая в точке $x_0 \in M$. Тогда величина $D(x_0)$, определённая предельным соотношением

$$\lim_{x \rightarrow x_0} \frac{f(x) - f(x_0)}{x - x_0} = D(x_0),$$

называется **первой производной функции f в точке x_0** и обозначается

$$\frac{df}{dx}(x_0) \equiv f'(x_0) \equiv f^{(1)}(x_0).$$

Линейная по смещению $x - x_0$ часть

$$df(x_0) \stackrel{\text{def}}{=} \frac{df}{dx}(x_0)(x - x_0) \equiv f'(x_0)(x - x_0)$$

приращения функции

$$\Delta f(x_0) = f(x) - f(x_0)$$

дифференцируемой в точке x_0 функции f , называется **первым дифференциалом** этой функции в точке x_0 .

Пусть функции f, f_1, f_2 определены на одном и том же множестве M и дифференцируемы в точке $x_0 \in M$. Тогда справедливы следующие утверждения:

1) сумма $f_1 + f_2$ дифференцируема в точке x_0 и имеет место формула

$$\frac{d(f_1 + f_2)}{dx}(x_0) = \frac{df_1}{dx}(x_0) + \frac{df_2}{dx}(x_0);$$

2) если $c \in \mathbb{R}^1$, то функция cf дифференцируема в точке x_0 и имеет место формула

$$\frac{d(cf)}{dx}(x_0) = c \frac{df}{dx}(x_0);$$

3) произведение $f_1 f_2$ дифференцируемо в точке x_0 и имеет место формула

$$\frac{d(f_1 f_2)}{dx}(x_0) = \frac{df_1}{dx}(x_0) f_2(x_0) + f_1(x_0) \frac{df_2}{dx}(x_0);$$

4) если $f(x_0) \neq 0$, то функция $1/f$ дифференцируема в точке x_0 и имеет место формула

$$\frac{d\left(\frac{1}{f}\right)}{dx}(x_0) = -\frac{1}{[f(x_0)]^2} \frac{df}{dx}(x_0);$$

5) если $f_2(x_0) \neq 0$, то частное f_1/f_2 дифференцируемо в точке x_0 и имеет место формула

$$\frac{d\left(\frac{f_1}{f_2}\right)}{dx}(x_0) = \frac{1}{[f_2(x_0)]^2} \left[\frac{df_1}{dx}(x_0) f_2(x_0) - f_1(x_0) \frac{df_2}{dx}(x_0) \right].$$

Примеры с решением

Пример 3. 2.1. Найти производную функцию и дифференциал для функции, определённой формулой

$$f(x) = 4x^5 - 25x^{1/5} - 2\sqrt{x^3} + 7\sqrt[4]{x^{17}}.$$

Решение. Для решения задачи используем правило вычисления производной суммы (дифференцируемых) функций, правило вычисления производной функции на число, а также табличную производную $(x^\alpha)' = \alpha \cdot x^{\alpha-1}$:

$$\begin{aligned} f'(x) &= \left(4x^5 - 25x^{1/5} - 2\sqrt{x^3} + 7\sqrt[4]{x^{17}} \right)' = \\ &= \left(4x^5 - 25x^{1/5} - 2x^{3/2} + 7x^4 \right)' = 20x^4 - 5x^{-4/5} - 3x^{1/2} + \frac{119}{4}x^{13/4} = \end{aligned}$$

$$= 20x^4 - \frac{5}{\sqrt[5]{x^4}} - 3\sqrt{x} + \frac{119}{4}\sqrt[4]{x^{13}}.$$

Так как дифференциал функции (в произвольной точке x) $df(x) = f'(x)dx$, то имеем:

$$df(x) = \left(20x^4 + 9x^2 - \frac{5}{\sqrt[5]{x^4}} - 3\sqrt{x} + \frac{119}{4}\sqrt[4]{x^{13}} \right) dx. \otimes$$

Пример 3. 2.2. Найти производную функцию для функции, определённой формулой

$$f(x) = \frac{g_1(x)}{g_2(x)} = \frac{x^2 - 2x + 3}{x^2 + 2x + 5}.$$

Решение. В этом примере следует воспользоваться правилом дифференцирования частного двух (дифференцируемых) функций

$$f'(x) = \left(\frac{g_1}{g_2} \right)'(x) = \frac{g_1'(x) \cdot g_2(x) - g_1(x) \cdot g_2'(x)}{[g_2(x)]^2},$$

для чего вычислим сначала производные числителя и знаменателя:

$$f'(x) = (x^2 - 2x + 3)' = 2x - 2, \quad g'(x) = (x^2 + 2x + 5)' = 2x + 2$$

(здесь мы воспользовались тем, что согласно таблице производных производная постоянной равна нулю, а производная степенной функции вычисляется по формуле $(x^\alpha)' = \alpha \cdot x^{\alpha-1}$).

Теперь используем правило дифференцирования частного:

$$\begin{aligned} f'(x) &= \left[\frac{g_1(x)}{g_2(x)} \right]' = \frac{g_1'(x) \cdot g_2(x) - g_1(x) \cdot g_2'(x)}{[g_2(x)]^2} = \left[\frac{x^2 - 2x + 3}{x^2 + 2x + 5} \right]' = \\ &= \frac{(2x - 2)(x^2 + 2x + 5) - (x^2 - 2x + 3)(2x + 2)}{(x^2 + 2x + 5)^2} = \\ &= \frac{4x^2 + 4x - 16}{(x^2 + 2x + 5)^2} = 4 \frac{x^2 + x - 4}{(x^2 + 2x + 5)^2}. \otimes \end{aligned}$$

Пример 3. 2.3. Найти производную функцию для функции, определённой формулой

$$f(x) = a^2 \cdot (x - a) \cdot (x^2 + ax + a^2) + x^2 - 2bx + b^2,$$

и вычислить $f'(5)$ при $a = 3, b = 10$.

Р е ш е н и е. Имеем:

$$\begin{aligned} f'(x) &= [a^2 \cdot (x-a) \cdot (x^2 + ax + a^2) + x^2 - 2bx + b^2]' = \\ &= a^2(x^3 - a^3)' + (x^2 - 2bx + b^2)' = 3a^2x^2 + 2(x-b). \end{aligned}$$

Далее получаем при $a = 3$, $b = 10$:

$$f'(5) = 3 \cdot 3^2 \cdot 5^2 + 2 \cdot (5 - 10) = 675 - 10 = 665. \otimes$$

Пример 3. 2.4. Найти производную функцию для функции, определённой формулой

$$f(x) = \frac{x^2 + 2 \cos x}{\sin x}.$$

Р е ш е н и е. Используя правило дифференцирования частного двух функций и табличные производные для синуса и косинуса, имеем:

$$\begin{aligned} f'(x) &= \frac{d}{dx} \left[\frac{x^2 + 2 \cos x}{\sin x} \right] = \frac{(2x - 2 \sin x) \cdot \sin x - (x^2 + 2 \cos x) \cdot \cos x}{\sin^2 x} = \\ &= \frac{2x \sin x - x^2 \cos x - 2(\sin^2 x + \cos^2 x)}{\sin^2 x} = \frac{2x \sin x - x^2 \cos x - 2}{\sin^2 x} = \\ &= \frac{2x}{\sin x} - x^2 \frac{\operatorname{ctg} x}{\sin x} - \frac{2}{\sin^2 x}. \otimes \end{aligned}$$

Пример 3. 2.5. Найти производную функцию для функции, определённой формулой

$$f(x) = \frac{2x-1}{\sqrt{x^2+1}}.$$

Р е ш е н и е. Используя правило дифференцирования частного двух функций и формулу дифференцирования композиции функций

$$(g \circ f)'(x) = g'(f(x)) \cdot f'(x),$$

имеем:

$$f'(x) = \frac{(2x-1)' \sqrt{x^2+1} - (\sqrt{x^2+1})'(2x-1)}{(\sqrt{x^2+1})^2} =$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{2\sqrt{x^2+1} - \frac{1}{2} \frac{1}{\sqrt{x^2+1}} (x^2+1)' (2x-1)}{x^2+1} = \\
&= \frac{2\sqrt{x^2+1} - \frac{1}{2} \frac{1}{\sqrt{x^2+1}} 2x(2x-1)}{x^2+1} = \frac{2x^2+2-2x^2+x}{(x^2+1)\sqrt{x^2+1}} = \\
&= \frac{x+2}{(x^2+1)\sqrt{x^2+1}} = \frac{x+2}{(x^2+1)^{3/2}}. \otimes
\end{aligned}$$

Пример 3. 2.6. Найти производную функцию для функции, действие которой определено формулой

$$f(x) = \ln(x+1+\sqrt{x^2+2x+3}).$$

Р е ш е н и е. Используя правила рациональных операций с производными функций и табличную производную от логарифма, получаем:

$$\begin{aligned}
f'(x) &= \left[\ln(x+1+\sqrt{x^2+2x+3}) \right]' = \\
&= \frac{1}{x+1+\sqrt{x^2+2x+3}} \cdot (x+1+\sqrt{x^2+2x+3})' = \\
&= \frac{1 + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{\sqrt{x^2+2x+3}} \cdot 2 \cdot (x+1)}{x+1+\sqrt{x^2+2x+3}} = \\
&= \frac{x+1+\sqrt{x^2+2x+3}}{(x+1+\sqrt{x^2+2x+3}) \cdot (\sqrt{x^2+2x+3})} = \\
&= \frac{1}{\sqrt{x^2+2x+3}}. \otimes
\end{aligned}$$

Пример 3. 2.7. Найти производную функцию для функции, определённой формулой

$$f(x) = \frac{\ln x}{x}, \text{ и вычислить производные } f'(e), f'\left(\frac{1}{e}\right), f'(e^2).$$

Р е ш е н и е. Сначала находим производную функцию:

$$f'(x) = \frac{d}{dx} \left(\frac{\ln x}{x} \right)' = \frac{\frac{1}{x} \cdot x - \ln x}{x^2} = \frac{1 - \ln x}{x^2}.$$

Вычисляем производные в указанных точках:

$$f'(e) = \frac{1 - \ln e}{e^2} = 0; \quad f'\left(\frac{1}{e}\right) = \frac{1 - \ln\left(\frac{1}{e}\right)}{\left(\frac{1}{e}\right)^2} = \frac{1 + 1}{\frac{1}{e^2}} = 2e^2;$$

$$f'(e^2) = \frac{1 - 2 \ln e}{(e^2)^2} = \frac{1 - 2}{e^4} = -e^{-4}. \otimes$$

Пример 3. 2.8. Найти производную функцию $f''(x)$ для функции f , если $f(x) = e^{-x^2}$.

Решение. Используя формулу для нахождения производной сложной функции, имеем:

$$\begin{aligned} f'(x) &= (e^{-x^2})' = e^{-x^2} \cdot (-1) \cdot 2x = -2x \cdot e^{-x^2}, \\ f''(x) &= (-2x \cdot e^{-x^2})' = -2 \cdot e^{-x^2} - 2x \cdot (-2x \cdot e^{-x^2}) = (4x^2 - 2) \cdot e^{-x^2} = \\ &= 2 \cdot (2x^2 - 1) \cdot e^{-x^2}. \otimes \end{aligned}$$

Пример 3. 2.9^{*}. Найти производную функцию $f'''(x)$ для функции f , если $f(x) = x^2 \cdot \sin x$.

Решение. Используя формулу для нахождения производной сложной функции, имеем:

$$\begin{aligned} f'(x) &= (x^2 \cdot \sin x) = 2x \sin x + x^2 \cos x; \\ f''(x) &= 2 \sin x + 4x \cos x - x^2 \sin x; \\ f'''(x) &= 6 \cos x - 6x \sin x - x^2 \cos x. \otimes \end{aligned}$$

Рассмотрим случай мультипликативных функций, которые могут быть записаны в виде $(\forall x \in M)$

$$f(x) = g_1^{\alpha_1}(x) g_2^{\alpha_2}(x) \dots g_m^{\alpha_m}(x),$$

где $M \subset R^1$ – общее множество определения для функций $g_k^{\alpha_k}(x)$, а числа α_k ($k = 1, 2, \dots, m$) – показатели степени. Предположим, что функция f удовлетворяет условию

$$(\forall x \in M) f(x) = g_1^{\alpha_1}(x) g_2^{\alpha_2}(x) \dots g_m^{\alpha_m}(x) > 0.$$

Найти производную функции $f(x)$, очевидно, затруднительно даже для малых ($k = 1, 2, \dots$). Поступим следующим образом.

Введём новую функцию:

$$u(x) = \ln f(x) = \ln[g_1^{\alpha_1}(x) g_2^{\alpha_2}(x) \dots g_m^{\alpha_m}(x)].$$

Нетрудно видеть, что эта функция имеет вид

$$\begin{aligned} u(x) &= \ln f(x) = \ln[g_1^{\alpha_1}(x) g_2^{\alpha_2}(x) \dots g_m^{\alpha_m}(x)] = \\ &= \alpha_1 \ln g_1(x) + \alpha_2 \ln g_2(x) + \dots + \alpha_m \ln g_m(x). \end{aligned}$$

Дифференцируя функцию

$$u(x) = \ln f(x)$$

с учётом последнего равенства, получаем:

$$u'(x) = \frac{f'(x)}{f(x)} \Rightarrow f'(x) = f(x) \cdot u'(x);$$

$$u'(x) = \alpha_1 \frac{g_1'(x)}{g_1(x)} + \alpha_2 \frac{g_2'(x)}{g_2(x)} + \dots + \alpha_m \frac{g_m'(x)}{g_m(x)}.$$

Из последних двух равенств следует, что

$$\begin{aligned} f'(x) &= f(x) \cdot u'(x) = \\ &= g_1^{\alpha_1}(x) g_2^{\alpha_2}(x) \dots g_m^{\alpha_m}(x) \left[\alpha_1 \frac{g_1'(x)}{g_1(x)} + \alpha_2 \frac{g_2'(x)}{g_2(x)} + \dots + \alpha_m \frac{g_m'(x)}{g_m(x)} \right]. \end{aligned}$$

Выражение

$$u' = (\ln(f(x)))' = \frac{f'(x)}{f(x)}$$

называется *логарифмической производной функции* $f(x)$.

Пример 3. 2.10. Найти производную функцию для функции

$$f(x) = \frac{x}{(x+1) \cdot (x+2)}.$$

Решение. Имеем:

$$u = \ln f = \ln x - \ln(x+1) - \ln(x+2).$$

Далее получаем:

$$u' = \frac{f'(x)}{f(x)} = \frac{1}{x} - \frac{1}{x+1} - \frac{1}{x+2} = \frac{-(x^2-2)}{x \cdot (x+1) \cdot (x+2)}.$$

Используя формулу для логарифмической производной, имеем

$$\begin{aligned} f'(x) &= f(x) \cdot u'(x) = \\ &= \frac{x}{(x+1) \cdot (x+2)} \cdot \frac{-(x^2-2)}{x \cdot (x+1) \cdot (x+2)} = \frac{-(x^2-2)}{(x+1)^2 \cdot (x+2)^2}. \otimes \end{aligned}$$

Пример 3. 2.11 ^{*)}. Найти производную функцию для функции

$$f(x) = x^2 \cdot \sqrt{\frac{2x-1}{x+1}}.$$

Решение. Логарифмируя, имеем:

$$u(x) = \ln f(x) = 2 \ln x + \frac{1}{2} \ln(2x-1) - \frac{1}{2} \ln(x+1).$$

Откуда получаем

$$\begin{aligned} u'(x) &= \frac{f'(x)}{f(x)} = \frac{2}{x} + \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{2x-1} - \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{x+1} = \frac{8x^2+7x-4}{2 \cdot x \cdot (x+1) \cdot (2x-1)}, \\ f'(x) &= x^2 \sqrt{\frac{2x-1}{x+1}} \cdot \frac{8x^2+7x-4}{2 \cdot x \cdot (x+1) \cdot (2x-1)} = \frac{x \cdot (8x^2+7x-4)}{2 \cdot (x+1) \cdot (2x-1)} \cdot \sqrt{\frac{2x-1}{x+1}}. \otimes \end{aligned}$$

Если функция, определённая формулой $y = f(x)$, задана неявно, то есть посредством уравнения $F(x, y) = 0$, то для нахождения производной функции нужно продифференцировать это уравнение (то есть, обе его части) по x , помня, что $y = f(x)$, и разрешить уравнение относительно y' .

Пример 3. 2.12. Найти первую производную функцию для функции $y = f(x)$, заданной неявно уравнением

$$y = \cos(x + y).$$

Решение. Дифференцируем обе части уравнения

$$y = \cos(x + y),$$

помня, что $y = f(x)$, получаем:

$$y' = (\cos(x + y))' = -\sin(x + y) \cdot (1 + y'),$$

откуда имеем $y' = \frac{-\sin(x + y)}{1 + \sin(x + y)}.$ $\otimes$

Пример 3. 2.13. Найти вторую производную функцию для функции $y = f(x)$, заданной неявно уравнением

$$y^3 - 3y + 3x = 1.$$

Решение. Дифференцируя по x обе части уравнения, имеем

$$3y^2 y' - 3y' + 3 = 0 \Rightarrow y^2 y' - y' + 1 = 0,$$

откуда

$$y' = \frac{1}{1 - y^2}.$$

Дифференцируя ещё раз, получаем

$$2yy' y' + y^2 y'' - y'' = 0,$$

откуда имеем

$$y'' = \frac{2y(y')^2}{1 - y^2}.$$

Заменяя y' полученным выше выражением, получаем окончательно:

$$y'' = \frac{2y(y')^2}{1 - y^2} = \frac{2y}{(1 - y^2)^3}. \otimes$$

Пусть функция $y = f(x)$ задана параметрически, то есть

$$\begin{cases} y = \psi(t), \\ x = \varphi(t). \end{cases}$$

Тогда

$$dy = \psi'(t)dt, \quad dx = \varphi'(t)dt,$$

откуда имеем:

$$\frac{dy}{dx} = \frac{\psi'(t)}{\varphi'(t)}, \quad \frac{d^2y}{dx^2} = \frac{\frac{d}{dt}\left(\frac{dy}{dx}\right)}{\frac{dx}{dt}} = \frac{\frac{d}{dt}\left(\frac{\psi'(t)}{\varphi'(t)}\right)}{\varphi'(t)}.$$

Пример 3. 2.14. Найти первую и вторую производную функцию для функции y , заданной параметрически

$$\begin{cases} y = t^2 - 1, \\ x = t^3 + 5. \end{cases}$$

Решение. Непосредственно находим:

$$\frac{dy}{dx} = \frac{y'(t)}{x'(t)} = \frac{2}{3t^2}; \quad \frac{d^2y}{dx^2} = \frac{\frac{d}{dt}\left(\frac{dy}{dx}\right)}{\frac{dx}{dt}} = \frac{\frac{d}{dt}\left(\frac{2}{3t^2}\right)}{3t^2} = -\frac{2}{3t^2}.$$

Так как из второго уравнения для x имеем $t = \sqrt[3]{x-5}$, отсюда получаем:

$$y_{xx}'' = \frac{d^2y}{dx^2} = -\frac{2}{3 \cdot \sqrt[3]{(x-5)^2}}. \quad \otimes$$

Пример 3. 2.15^{*}). Найти первую производную функцию для функции y , заданной параметрически

$$\begin{cases} y = 3\sin t, \\ x = 3\cos t. \end{cases}$$

Решение. Имеем: $\frac{dy}{dx} = \frac{y'(t)}{x'(t)} = -\frac{3\cos t}{3\sin t} = -ctgt. \quad \otimes$

Пример 3. 2.16. Найти дифференциал функции, определённой формулой

$$y(x) = \frac{3 \cdot \cos x}{2x + 1}.$$

Р е ш е н и е. Находим дифференциал функции y , используя определение:

$$dy = y'(x)dx = -3 \frac{2x \sin x + \sin x + 2 \cos x}{(2x + 1)^2} dx. \otimes$$

Пример 3. 2.17. Найти дифференциал функции, определённой формулой

$$y(x) = e^{x^3}.$$

Р е ш е н и е. Путём непосредственного дифференцирования получаем:

$$dy = y'(x)dx = (e^{x^3})' = 3x^2 e^{x^3} dx. \otimes$$

Пример 3. 2.18. Найти дифференциалы первого, второго и третьего порядков функции, определённой формулой

$$y = f(x) = (2x^2 - 3)^5.$$

Р е ш е н и е. Для первого дифференциала имеем:

$$df(x) = 5 \cdot (2x^2 - 3)^4 \cdot 4x \cdot dx = 20x(2x^2 - 3)^4 dx.$$

Аналогично, для второго и третьего дифференциалов получаем:

$$\begin{aligned} d^2 df(x) &= [20x(2x^2 - 3)^4] (dx)^2 = 60 \cdot (2x^2 - 3)^3 (6 \cdot x^2 - 1) \cdot (dx)^2; \\ d^3 df(x) &= [12 \cdot x \cdot (2x^2 - 3)^2 \cdot (6x^2 - 1) + 12 \cdot x \cdot (2x^2 - 3)^3] \cdot (dx)^3 = \\ &= 720x \cdot (2x^2 - 3)^2 \cdot (8x^2 - 4) \cdot (dx)^3 = \\ &= 2880 \cdot x \cdot (2x^2 - 3)^2 \cdot (2x^2 - 1) \cdot (dx)^3. \otimes \end{aligned}$$

Пример 3. 2.19. Вычислить приближённо $\sin 32^\circ$.

Р е ш е н и е. Используя приближённую формулу

$$f(x) \approx f(x_0) + f'(x_0) \cdot (x - x_0),$$

получаем:

$$f(x) \approx f(x_0) + \frac{df}{dx}(x_0) \cdot (x - x_0) = f(x_0) + df(x_0).$$

Определяя функцию f формулой $f(x) = \sin x$, видим, что нам нужно вычислить значение

$f(x)$ в точке $x = 32^0$ при $x_0 = 30^0$, или в радианах $x = \frac{\pi}{180} \cdot 32$, $x_0 = \frac{\pi}{6}$. Учитывая, что

$$\frac{d \sin(x)}{dx} = \cos x, \text{ имеем:}$$

$$\sin x \approx \sin x_0 + \cos x_0 \cdot (x - x_0),$$

или

$$\begin{aligned} \sin 32^0 &\approx \sin \frac{\pi}{6} + \cos \frac{\pi}{6} \cdot \left(\frac{32}{180} \cdot \pi - \frac{\pi}{6} \right) = \\ &= \frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{\pi}{90} \approx 0,5 + \frac{1,73 \cdot 3,14}{90} \approx 0,5 + 0,03 = 0,53. \end{aligned}$$

Для сравнения табличное значение с точностью до четырёх знаков $\sin 32^0 = 0,5299$. $\otimes$

Пример 3. 2.20 ^{*)}. Вывести приближённую формулу

$$\sqrt{a^2 + h} \approx a + \frac{h}{2a}.$$

Найти приближённо значения $\sqrt{101}$, $\sqrt{1,04}$.

Р е ш е н и е. Рассмотрим функцию f , определив её формулой $f(x) = \sqrt{x}$. По приближённой формуле

$$f(x) \approx f(x_0) + f'(x_0) \cdot (x - x_0)$$

имеем:

$$\sqrt{x_0 + \Delta x} \approx \sqrt{x_0} + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{\sqrt{x_0}} \cdot \Delta x.$$

Полагая здесь $x_0 = a^2$, $\Delta x = h$, получаем требуемую формулу:

$$\sqrt{a^2 + h} \approx \sqrt{a^2} + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{\sqrt{a^2}} \cdot h = a + \frac{h}{2a}.$$

Вычислим $\sqrt{101}$ и $\sqrt{1,04}$:

$$\sqrt{101} = \sqrt{100+1} = \sqrt{10^2+1} \approx 10 + \frac{1}{20} = 10,05;$$

$$\sqrt{1,04} = \sqrt{1+0,04} \approx 1 + \frac{0,04}{2} = 1,02. \otimes$$

Пример 3. 2.21 ^{*}). Найти приближённо приращение

$$\Delta f(x) = f(x) - f(x_0)$$

функции, определённой формулой $y = x^2$ при $x_0 = 2$, $\Delta x = x - x_0 = 0,01$.

Решение. Из приближённой формулы

$$f(x) \approx f(x_0) + f'(x_0) \cdot (x - x_0)$$

имеем

$$f(x) - f(x_0) \approx \frac{df}{dx}(x_0) \cdot (x - x_0) = df(x_0).$$

Подставляя в формулу $x_0 = 2$, $\Delta x = x - x_0 = 0,01$, получаем:

$$\Delta f(x) = f(x) - f(x_0) = (2 + 0,01)^2 - 2^2 \approx 2 \cdot 2 \cdot 0,01 = 0,04. \otimes$$

Практическое занятие 4. Основные теоремы дифференциального исчисления

Предварительные сведения

Говорят, что функция $f : M \rightarrow f(M)$ имеет в точке $x_0 \in M$ **локальный максимум** (**локальный минимум**), если существует такая окрестность $U(x_0)$ точки x_0 , что

$$f(x_0) = \max_{U \cap M} f \quad \left(f(x_0) = \min_{U \cap M} f \right).$$

Теорема Ферма. Если функция f определена и дифференцируема на открытом множестве $J = (a, b)$ и имеет в точке $x_0 \in J$ локальный экстремум (всё равно, максимум или минимум), то $\frac{df}{dx}(x_0) = 0$.

Теорема Ролля. Если функция f определена и непрерывна на замкнутом и ограниченном промежутке $\bar{J} = [a, b]$ и дифференцируема на соответствующем открытом промежутке $J = (a, b)$, причём $f(a) = f(b) = c$, то

$$(\exists x_0 \in J): \frac{df}{dx}(x_0) = 0.$$

Теорема Лагранжа. Если функция f определена и непрерывна на замкнутом и ограниченном промежутке $\bar{J} = [a, b]$ и дифференцируема на соответствующем открытом промежутке $J = (a, b)$, то

$$(\exists x_0 \in (a, b)): f'(x_0) \equiv \frac{df}{dx}(x_0) = \frac{f(b) - f(a)}{b - a}.$$

Теорема Коши. Если функции f и g непрерывны на замкнутом и ограниченном промежутке $\bar{J} = [a, b]$ и дифференцируемы на открытом промежутке $J = (a, b)$, причём

$$(\forall x \in J) \frac{dg}{dx}(x) \neq 0,$$

то $g(b) \neq g(a)$ и

$$(\exists x_0 \in J): \frac{f(b) - f(a)}{g(b) - g(a)} = \frac{f'(x_0)}{g'(x_0)}.$$

Теорема Тейлора. Если функция $f: J \rightarrow f(J)$ непрерывна на замкнутом и ограниченном промежутке $[x_0, x] \subset J$ и $n+1$ раз дифференцируема на соответствующем открытом промежутке (x_0, x) , а её производные до порядка n включительно имеют предельные значения $f^{(k)}(x_0)$, $(k = 0, 1, 2, \dots, N)$, то существует точка $\xi \in (x_0, x)$ такая, что для функции f справедливо представление

$$f(x) = \sum_{k=0}^n \frac{d^k f}{dx^k}(x_0) \frac{(x - x_0)^k}{k!} + \frac{d^{n+1} f}{dx^{n+1}}(\xi) \frac{(x - x_0)^{n+1}}{(n+1)!}.$$

Примеры с решением

Пример 3.3.1. Выяснить, удовлетворяет ли функция, заданная формулой

$$f(x) = 3 - x^2$$

условиям теоремы Ферма на промежутке $(1, 4)$.

Решение. Данная функция на промежутке $(1, 4)$ монотонно убывает и, следовательно, достигает своего максимума в точке 1, а минимума в точке 4. Следовательно, в промежутке $(1, 4)$ не существует точки x_0 локального экстремума, в которой $f'(x_0) = 0$. Поэтому данная функция условиям теоремы Ферма на данном промежутке не удовлетворяет. $\otimes$

Пример 3.3.2. Выяснить, удовлетворяет ли функция, определённая формулой

$$f(x) = 3 + 2x - x^2,$$

на промежутке $[0, 4]$ условиям теоремы Ферма. Если функция условиям теоремы Ферма удовлетворяет, найти точку $x_0 \in (0, 4)$, в которой $f'(x_0) = 0$.

Решение. На промежутке $(0, 4)$ функция дифференцируема, следовательно $(\exists x_0 \in (0, 4)) f'(x_0) = 0$. Находим эту точку:

$$f'(x) = 2 - 2x \Rightarrow 2 - 2x_0 = 0 \Rightarrow x_0 = 1. \otimes$$

Пример 3.3.3. Выяснить, удовлетворяет ли функция, определённая формулой

$$f(x) = x^2 + 6x - 35,$$

на промежутке $[-5, -1]$ условиям теоремы Ролля. Если функция условиям теоремы Ролля удовлетворяет, найти точку $x_0 \in (-5, -1)$, в которой $f'(x_0) = 0$.

Решение. Функция представляет собой многочлен, который непрерывен и дифференцируем на всей числовой оси. Кроме этого, имеем

$$f(-5) = f(-1) = -40.$$

Поэтому условия теоремы Ролля для данной функции выполнены, следовательно точка $x_0 \in (-5, -1)$, в которой $f'(x_0) = 0$, существует. Найдём её:

$$f'(x_0) = 0 \Rightarrow 2x_0 + 6 = 0 \Rightarrow x_0 = -3. \otimes$$

Пример 3.3.4. На дуге кривой, определяемой уравнением

$$y = x^3 - 3x$$

найти точку, в которой касательная параллельна хорде, проходящей через точки $A(-1; 2)$ и $B(3; 18)$.

Решение. Функция определена на промежутке $[-1, 3]$, непрерывна на этом промежутке и дифференцируема на открытом промежутке $(-1, 3)$. Условия теоремы Лагранжа выполнены. Следовательно, по теореме Лагранжа найдётся такая точка $x_0 \in (-1, 3)$, что

$$f'(x_0) = \frac{f(3) - f(-1)}{3 - (-1)} = 4.$$

Так как $f'(x) = (x^3 - 3x)' = 3x^2 - 3$, то имеем $3x^2 - 3 = 4$. Из этого уравнения находим

$x_{01} = +\sqrt{\frac{7}{3}}$, $x_{02} = -\sqrt{\frac{7}{3}}$. Так как из этих двух точек $x_{01} \in [-1, 3]$ а $x_{02} \notin [-1, 3]$, то

$$x_0 = x_{01} = \sqrt{\frac{7}{3}}. \otimes$$

Пример 3.3.5. В какой точке касательная к кривой, определённой уравнением

$$y = f(x) = x^2 - 8x,$$

параллельна хорде, стягивающей точки $A(-1; 9)$, $B(5; -15)$.

Решение. На промежутке $[-1, 5]$ функция удовлетворяет условиям теоремы Лагранжа.

Поэтому имеем:

$$\frac{f(5) - f(-1)}{5 - (-1)} = \frac{-24}{6} = -4 \Rightarrow f'(x_0) \equiv 2x_0 - 8 = -4 \Rightarrow x_0 = 2.$$

Подставляя это значение x в формулу для функции, получаем

$$y = f(2) = -12.$$

Таким образом, искомой является точка $C(2; -12)$. $\otimes$

Пример 3.3.6. Проверить справедливость теоремы Коши для функций, заданных формулами

$$f(x) = x^3, \quad g(x) = x^2$$

на промежутке $[1, 2]$. Если теорема Коши справедлива, найти точку x_0 , в которой выполняется равенство

$$\frac{f(b) - f(a)}{g(b) - g(a)} = \frac{f'(x_0)}{g'(x_0)}.$$

Решение. Обе функции непрерывны на промежутке $[1, 2]$ и дифференцируемы на промежутке $(a, b) = (1, 2)$, причём $(\forall x \in (a, b))g'(x) \neq 0$. Поэтому условия теоремы Коши выполнены. Так как

$$f'(x) = 3x^2, \quad g'(x) = 2x,$$

то из условия

$$\frac{f(b)-f(a)}{g(b)-g(a)} = \frac{f'(x_0)}{g'(x_0)} = \frac{7}{3}$$

находим

$$\frac{f'(x_0)}{g'(x_0)} = \frac{3x_0^2}{2x_0} = \frac{3}{2}x_0 = \frac{7}{3} \Rightarrow x_0 = \frac{14}{9}. \otimes$$

Пример 3.3.7. Проверить справедливость теоремы Коши для функций, заданных формулами

$$f(x) = x^2 - 2x + 3, \quad g(x) = x^3 - 7x^2 + 20x - 5$$

на промежутке $[1, 4]$. Если теорема Коши справедлива, найти точку x_0 , в которой выполняется равенство

$$\frac{f(b)-f(a)}{g(b)-g(a)} = \frac{f'(x_0)}{g'(x_0)}.$$

Р е ш е н и е. Обе функции на данном промежутке непрерывны и дифференцируемы. Производные функций, соответственно равны

$$f'(x) = 2x - 2, \quad g'(x) = 3x^2 - 14x + 20.$$

Кроме этого, производная функции g в точках промежутка $(1, 4)$ не обращается в нуль, так как для дискриминанта уравнения $3x^2 - 14x + 20 = 0$ имеем $D = b^2 - 4ac = -44 < 0$ (график функции g не имеет точек пересечения с осью OX). Следовательно, теорема Коши для данных функций справедлива. Поэтому имеем:

$$\frac{f(4)-f(1)}{g(4)-g(1)} = \frac{11-2}{27-9} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{2x_0-2}{3x_0^2-14x_0+20} = \frac{1}{2}.$$

Откуда получаем

$$x_0^2 - 6x_0 + 8 = 0 \Rightarrow x_{01} = 4, \quad x_{02} = 2$$

Так как из этих двух точек промежутку $(1, 4)$ принадлежит только точка $x_{02} = 2$, то она и является искомой точкой. $\otimes$

Пример 3.3.8. Вычислить предел $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{e^x - e^{-x}}{\ln(1+x)}$.

Р е ш е н и е. Имеем неопределённость

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{e^x - e^{-x}}{\ln(1+x)} = \left[\frac{0}{0} \right].$$

Применяя правило Лопиталья, получаем:

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{e^x - e^{-x}}{\ln(1+x)} = \lim_{x \rightarrow 0} \frac{e^x + x^{-x}}{\frac{1}{1+x}} = \lim_{x \rightarrow 0} \left((e^x + x^{-x}) \cdot (1+x) \right) = 2. \otimes$$

Пример 3.3.9. Вычислить предел $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{x^3 + 2x^2 + x - 1}{3x^3 - x^2 - x + 3}$.

Решение. Имеем неопределённость

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{x^3 + 2x^2 + x - 1}{3x^3 - x^2 - x + 3} = \left[\frac{\infty}{\infty} \right].$$

Применяя правило Лопиталья, получаем:

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{x^3 + 2x^2 + x - 1}{3x^3 - x^2 - x + 3} = \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{3x^2 + 4x + 1}{9x^2 - 2x - 1} = \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{6x + 4}{18x - 2} = \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{6}{18} = \frac{1}{3}. \otimes$$

Пример 3.3.10. Вычислить предел $\lim_{x \rightarrow -\infty} (x^3 \cdot e^x)$.

Решение. Имеем неопределённость вида $\lim_{x \rightarrow -\infty} (x^3 \cdot e^x) = [-\infty \cdot 0]$. Для раскрытия не-

определённости заменим переменную:

$$\lim_{x \rightarrow -\infty} (x^3 \cdot e^x) = \{x = -t\} = \lim_{t \rightarrow \infty} (-t^3 \cdot e^{-t}) = -\lim_{t \rightarrow \infty} \frac{t^3}{e^t} = \left[\frac{\infty}{\infty} \right].$$

Применяя правило Лопиталья, получаем:

$$\lim_{x \rightarrow -\infty} (x^3 \cdot e^x) = -\lim_{t \rightarrow \infty} \frac{t^3}{e^t} = -\lim_{t \rightarrow \infty} \frac{3t^2}{e^t} = -\lim_{t \rightarrow \infty} \frac{6t}{e^t} = -6 \cdot \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{1}{e^t} = 0. \otimes$$

Пример 3.3.11. Найти предел $\lim_{x \rightarrow 1} \left(\frac{1}{\ln x} - \frac{1}{x-1} \right)$.

Решение. Имеем неопределённость вида $[\infty - \infty]$. Для раскрытия неопределённости приводим выражения, стоящие в скобках, к общему знаменателю:

$$\lim_{x \rightarrow 1} \left(\frac{1}{\ln x} - \frac{1}{x-1} \right) = \lim_{x \rightarrow 1} \left(\frac{x-1-\ln x}{x \cdot \ln x - \ln x} \right).$$

Получаем неопределённость вида $\left[\frac{0}{0} \right]$. Применяя правило Лопиталя два раза, имеем:

$$\begin{aligned} \lim_{x \rightarrow 1} \left(\frac{1}{\ln x} - \frac{1}{x-1} \right) &= \lim_{x \rightarrow 1} \left(\frac{x-1-\ln x}{x \cdot \ln x - \ln x} \right) = \lim_{x \rightarrow 1} \left(\frac{1 - \frac{1}{x}}{\ln x + 1 - \frac{1}{x}} \right) = \\ &= \lim_{x \rightarrow 1} \frac{x-1}{x \cdot \ln x + 1 - 1} = \lim_{x \rightarrow 1} \frac{1}{\ln x + 2} = \frac{1}{2}. \otimes \end{aligned}$$

Пример 3.3.12. Разложить многочлен

$$P(x) = x^5 - 2x^4 + x^3 - x^2 + 2x - 1$$

по степеням $x - 1$ по формуле Тейлора.

Решение. В нашем случае формула Тейлора имеет вид:

$$\begin{aligned} f(x) &= \sum_{k=0}^n \frac{f^{(k)}(x_0)}{k!} \cdot (x - x_0)^k = f(x_0) + \frac{f^{(1)}(x_0)}{1!} \cdot (x - x_0) + \\ &+ \frac{f^{(2)}(x_0)}{2!} \cdot (x - x_0)^2 + \dots + \frac{f^{(n)}(x_0)}{n!} \cdot (x - x_0)^n, \end{aligned}$$

где $x_0 = 1$. Находим значение многочлена и его производных в точке $x_0 = 1$:

$$\begin{aligned} P(x) &= x^5 - 2x^4 + x^3 - x^2 + 2x - 1, & P(1) &= 0; \\ P^{(1)}(x) &= 5x^4 - 8x^3 + 3x^2 - 2x + 2, & P^{(1)}(1) &= 0; \\ P^{(2)}(x) &= 20x^3 - 24x^2 + 6x - 2, & P^{(2)}(1) &= 0; \\ P^{(3)}(x) &= 60x^2 - 48x + 6, & P^{(3)}(1) &= 18; \\ P^{(4)}(x) &= 120x - 48, & P^{(4)}(1) &= 72; \\ P^{(5)}(x) &= 120, & P^{(5)}(1) &= 120. \end{aligned}$$

Подставляя найденные производные в формулу Тейлора, получаем:

$$P(x) = 3 \cdot (x-1)^3 + 3 \cdot (x-1)^4 + (x-1)^5. \otimes$$

Пример 3.3.13. Разложить многочлен

$$P(x) = x^4 + 2x^3 - 8x^2 + 4x + 4$$

по степеням $x + 1$ по формуле Тейлора.

Решение. Вычисляя значение многочлена и его производных в точке $x_0 = -1$, получаем:

$$\begin{aligned} P(x) &= x^4 + 2x^3 - 8x^2 + 4x + 4, & P(-1) &= -9; \\ P^{(1)}(x) &= 4x^3 + 6x^2 - 16x + 4, & P^{(1)}(-1) &= 22; \\ P^{(2)}(x) &= 12x^2 + 12x - 16, & P^{(2)}(-1) &= -16; \\ P^{(3)}(x) &= 24x + 12, & P^{(3)}(-1) &= -12; \\ P^{(4)}(x) &= 24, & P^{(4)}(-1) &= 24. \end{aligned}$$

Подставляя найденные производные в формулу Тейлора, получаем:

$$\begin{aligned} P(x) &= -9 + \frac{22}{1!} \cdot (x+1) + \frac{-16}{2!} \cdot (x+1)^2 + \frac{-12}{3!} \cdot (x+1)^3 + \\ &+ \frac{24}{4!} \cdot (x+1)^4 = -9 + 22 \cdot (x+1) - 8 \cdot (x+1)^2 - \\ &- 2 \cdot (x+1)^3 + (x+1)^4. \quad \otimes \end{aligned}$$

Пример 3.3.14. Представить функцию $f(x) = e^x$ в виде разложения по формуле Маклорена.

Решение. Формула Маклорена имеет вид:

$$f(x) = f(0) + \sum_{k=1}^n \frac{d^k f}{dx^k}(0) \frac{x^k}{k!} + \frac{d^{n+1} f}{dx^{n+1}}(\xi) \frac{x^{n+1}}{(n+1)!}.$$

Очевидно выполнение равенств: $(\forall n \in N)$

$$f(0) = \frac{df}{dx}(0) = \frac{d^2 f}{d^2 x}(0) = \dots = \frac{d^n f}{d^n x}(0) = e^0 = 1.$$

Кроме этого, очевидно, что $\frac{d^{n+1} f}{d^{n+1} x}(x) = e^x$.

Тогда формула Маклорена с остаточным членом в форме Лагранжа принимает вид:

$$e^x = 1 + \sum_{k=1}^n \frac{x^k}{k!} + e^\xi \frac{x^{n+1}}{(n+1)!}.$$

В этой формуле можно положить $\xi = \theta \cdot x$, где $0 < \theta < 1$. $\otimes$

Приведём вид формулы Тейлора с **остаточным членом в форме Пеано**:

$$\begin{aligned} f(x) = & f(x_0) + \frac{df}{dx}(x_0) \cdot \frac{x-x_0}{1!} + \frac{d^2 f}{dx^2}(x_0) \cdot \frac{(x-x_0)^2}{2!} + \dots + \\ & + \frac{d^n f}{dx^n}(x_0) \cdot \frac{(x-x_0)^n}{n!} + \frac{d^{n+1} f}{dx^{n+1}}(x_0) \cdot \frac{(x-x_0)^{n+1}}{(n+1)!}. \end{aligned}$$

Здесь многочлен Тейлора

$$\begin{aligned} T_n(x_0, x) = & \sum_{k=0}^n \frac{d^k f}{dx^k}(x_0) \frac{(x-x_0)^k}{k!} = f(x_0) + \frac{df}{dx}(x_0) \frac{(x-x_0)^1}{1!} + \\ & + \frac{d^2 f}{dx^2}(x_0) \frac{(x-x_0)^2}{2!} + \dots + \frac{d^n f}{dx^n}(x_0) \frac{(x-x_0)^n}{n!}, \end{aligned}$$

а остаточный член в форме Лагранжа

$$R_n(x, n) = f(x) - T_n(x_0, x) = f(x) - \sum_{k=0}^n \frac{d^k f}{dx^k}(x_0) \cdot \frac{(x-x_0)^k}{k!}.$$

При условии $\Delta x \rightarrow 0$ выполняется

$$R_n(x, n) = f(x) - T_n(x_0, x) = o((x-x_0)^n) = o((\Delta x)^n).$$

Теперь формулу Тейлора можно записать в виде

$$f(x) = \sum_{k=0}^n \frac{d^k f}{dx^k}(x_0) \frac{(x-x_0)^k}{k!} + o((\Delta x)^n).$$

Последняя форма записи называется **формулой Тейлора с остаточным членом в форме Пеано**.

Пример 3.3.15. Разложить функцию $f(x) = \sin x$ по формуле Маклорена.

Решение. Рассмотрим производные функции $f(x) = \sin x$ в точке x :

$$\frac{d}{dx} \sin x = \cos x = \sin\left(x + \frac{\pi}{2}\right);$$

$$\frac{d^2}{dx^2} \sin x = \frac{d}{dx} \cos(x) = -\sin x = \sin(x + \pi) = \sin\left(x + 2\frac{\pi}{2}\right);$$

.....;

$$\frac{d^k}{dx^k} \sin x = \sin\left(x + k\frac{\pi}{2}\right).$$

Кроме этого, имеем

$$\frac{d^{2n+1}}{dx^{2n+1}} \sin(\theta x) = \sin\left(\theta x + (2n+1)\frac{\pi}{2}\right) = (-1)^n \cos \theta x.$$

Действительно, видим, что

$$\sin\left((2n+1)\frac{\pi}{2} + \theta x\right) = \sin\left(\pi n + \frac{\pi}{2} + \theta x\right) = (-1)^n \sin\left(\frac{\pi}{2} + \theta x\right) = (-1)^n \cos \theta x.$$

Здесь мы положили $\xi = \theta x$, где $0 < \theta < 1$, $x \in (a, b)$.

Формула Маклорена принимает вид

$$\begin{aligned} \sin x &= \sin 0 + \frac{1}{1!}x + 0 - \frac{x^3}{3!} + 0 + \frac{x^5}{5!} + 0 - \frac{x^7}{7!} + \dots + \\ &+ (-1)^{n-1} \frac{x^{2n-1}}{(2n-1)!} + \alpha^{(2n+1)}(x) = \\ &= x - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} - \frac{x^7}{7!} + \dots + (-1)^{n-1} \frac{x^{2n-1}}{(2n-1)!} + (-1)^n \frac{x^{2n+1}}{(2n+1)!} \cos \theta x. \end{aligned}$$

В виде разложения по формуле Маклорена с остаточным членом в форме Пеано это разложение записывается так:

$$\sin x = x - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} - \frac{x^7}{7!} + \dots + (-1)^{n-1} \frac{x^{2n-1}}{(2n-1)!} + o(x^{2n}). \otimes$$

Аналогично можно получить и разложение по формуле Маклорена функции $f(x) = \cos x$:

$$\cos x = 1 - \frac{x^2}{2!} + \frac{x^4}{4!} - \frac{x^6}{6!} + \dots + (-1)^n \frac{x^{2n}}{(2n)!} + o(x^{2n+1})$$

Пример 3.3.16. Найти предел: $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x - x}{x^3}$.

Решение. Записываем для $\sin x$ разложение по формуле Маклорена

$$\sin x = x - \frac{x^3}{3!} + o(x^4).$$

Подставляя это разложение, имеем:

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x - x}{x^3} = \lim_{x \rightarrow 0} \frac{x - \frac{x^3}{3!} - x + o(x^4)}{x^3} = -\frac{1}{3!} - \lim_{x \rightarrow 0} \frac{o(x^4)}{x^3} = -\frac{1}{6}. \otimes$$

Пример 3.3.17. Найти предел: $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{e^{-\frac{x^2}{2}} - \cos x}{x^3 \cdot \sin x}$.

Решение. Используем разложение для e^x , $\sin x$ и $\cos x$. Получаем:

$$\begin{aligned} \lim_{x \rightarrow 0} \frac{e^{-\frac{x^2}{2}} - \cos x}{x^3 \cdot \sin x} &= \lim_{x \rightarrow 0} \frac{1 - \frac{x^2}{2} + \frac{x^4}{8} + o(x^4) - 1 + \frac{x^2}{2} - \frac{x^4}{24}}{x^3 \cdot (x + o(x))} = \\ &= \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\frac{x^4}{8} - \frac{x^4}{24} + o(x^4)}{x^4 + o(x^5)} = \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\frac{1}{8} - \frac{1}{24} + \frac{o(x^4)}{x^4}}{1 + \frac{o(x^5)}{x^4}} = \frac{1}{12}. \otimes \end{aligned}$$

Практическое занятие 5. Исследование функций одного переменного

Предварительные сведения

Пусть функция $f: J \rightarrow f(J)$ дифференцируема на множестве $J = (a, b)$ и монотонно возрастает (монотонно убывает) на нём. Тогда на этом множестве её производная неотрицательна (неположительна), то есть

$$(\forall x \in (a, b)) \quad f'(x) \geq 0 \quad (f'(x) \leq 0).$$

Пусть функция $f: J \rightarrow f(J)$ дифференцируема на $J = (a, b)$ и существует точка $x_0 \in (a, b)$ такая, что $f'(x_0) = 0$. Тогда если при переходе через точку x_0 в направлении

роста аргумента x производная f' функции f меняет знак с «плюса» на «минус» (с «минуса» на «плюс»), то в точке x_0 функция имеет локальный максимум (локальный минимум). Если же знак производной f' при переходе через точку x_0 не меняется, то функция в точке x_0 экстремума не имеет.

График G_f функции $f : J \rightarrow f(J)$, дифференцируемой на $J = (a, b)$, называется **выпуклым в окрестности** $U(x_0)$ точки $x_0 \in J$, если точки $(x; f(x))$, где $x \in U(x_0)$, графика лежат ниже касательной к графику в точке x_0 . Если же все точки $(x; f(x))$, где $x \in U(x_0)$, графика G_f функции лежат выше касательной к нему в точке x_0 , то график называется **вогнутым в окрестности** $U(x_0)$ точки x_0 . •

Пусть функция $f : J \rightarrow f(J)$ определена и дифференцируема на множестве $J = (a, b)$ и $x_0 \in (a, b)$. Тогда если при переходе через точку x_0 (в направлении роста аргумента x) график функции G_f меняет выпуклость на вогнутость (или наоборот), то точка $(x_0; f(x_0))$ называется **точкой перегиба** графика функции.

Пусть $f : J \rightarrow f(J)$, где $J = (a, b)$. Тогда, если вторая производная функция f'' для функции f во всех точках множества J положительна (отрицательна), то график функции G_f является вогнутым (выпуклым) на этом множестве.

Пусть дана функция $f : M \rightarrow f(M)$ и G_f — её график. Прямая линия, с уравнением $x = a$, где $a \in M$, называется **вертикальной асимптотой графика функции** f , если хотя бы один из односторонних пределов

$$\lim_{x \rightarrow a+0} f(x), \lim_{x \rightarrow a-0} f(x)$$

не существует.

Прямая линия с уравнением

$$y = kx + b$$

называется **наклонной асимптотой графика** G_f функции $f : M \rightarrow f(M)$ (правой при $x \rightarrow +\infty$ и левой при $x \rightarrow -\infty$), если

$$\lim_{x \rightarrow \pm\infty} [f(x) - (kx + b)] = 0.$$

Справедливо представление

$$f(x) = (kx + b) + \alpha(x),$$

где $\lim_{x \rightarrow \pm\infty} \alpha(x) = 0$. Нетрудно видеть также, что справедливы формулы:

$$k = \lim_{x \rightarrow \pm\infty} \frac{f(x)}{x}, b = \lim_{x \rightarrow \pm\infty} [f(x) - kx].$$

Примеры с решением

Пример 3.4.1. Найти промежутки монотонности функции, определённой формулой

$$f(x) = x^3 + 3x^2 - 9x - 2.$$

Решение. Множеством определения функции является вся числовая ось. Находим первую производную функции

$$f' = 3x^2 + 6x - 9 = 3(x^2 + 2x - 3) = 3(x+1)^2 - 12.$$

Поэтому имеем:

$$f' > 0 \Rightarrow x^2 + 2x - 3 > 0 \Rightarrow 3 \cdot (x+1)^2 - 12 > 0;$$

$$f' < 0 \Rightarrow x^2 + 2x - 3 < 0 \Rightarrow 3 \cdot (x+1)^2 - 12 < 0.$$

Корни уравнения

$$x^2 + 2x - 3 = 0$$

есть

$$x_1 = -3, x_2 = 1.$$

График функции – парабола, ветви которой направлены вверх, а вершина находится в точке с координатами $x_0 = -1$, $y_0 = -12$. Следовательно, неравенство $f'(x) > 0$ выполняется при $x < -3$ и $x > 1$, а неравенство $f'(x) < 0$ при $-3 < x < 1$.

На множестве $(-\infty, -3) \cup (1, +\infty)$ функция строго монотонно возрастает, а на множестве $(-3, 1)$ строго монотонно убывает. $\otimes$

Пример 3.4.2. Предприятие производит x единиц продукции в месяц. Зависимость финансовых накоплений предприятия от объёма выпуска выражается формулой

$$\Phi = -0,01 \cdot x^3 + 300 \cdot x - 500.$$

Определить количество единиц продукции, начиная с которого финансовые накопления предприятия начинают убывать.

Решение. Производная от Φ равна:

$$\Phi' = -0,03 \cdot x^2 + 300.$$

Финансовые накопления убывают, если

$$\Phi' = -0,03 \cdot x^2 + 300 < 0,$$

откуда имеем $x^2 - 10000 > 0$. Из последнего неравенства получаем: $x_1 > 100$, $x_2 < -100$. Имеет экономический смысл только неравенство $x_1 > 100$. Следовательно, при $x > 100$ финансовые накопления предприятия начинают убывать, то есть повышать выпуск продукции свыше 100 единиц становится экономически не выгодно. $\otimes$

Пример 3.4.3. Исследовать на наличие локальных экстремумов функцию, заданную формулой $f(x) = x^3 - 5x + 2$.

Р е ш е н и е. 1) Производная функция для функции f есть

$$f'(x) = 3x^2 - 5.$$

2) Находим критические точки функции, решая уравнение

$$3x^2 - 5 = 0.$$

Корни уравнения (критические точки) есть $x_1 = -\sqrt{\frac{5}{3}}$, $x_2 = +\sqrt{\frac{5}{3}}$.

3) Выясняем вопрос о наличии локальных экстремумов функции согласно теореме, для чего определяем знаки производной $f'(x)$ справа и слева от каждой критической точки, результаты заносим в таблицу:

x	$x < -\sqrt{\frac{5}{3}}$	$x_1 = -\sqrt{\frac{5}{3}}$	$-\sqrt{\frac{5}{3}} < x < \sqrt{\frac{5}{3}}$	$x_2 = \sqrt{\frac{5}{3}}$	$x > \sqrt{\frac{5}{3}}$
$f'(x)$	+	0	-	0	+
f		Максимум $f(x_1) = 6,3$		Минимум $f(x_2) = -2,3$	

4. Вычисляем значения функции в точках x_1 , x_2 и результаты вычислений тоже заносим в таблицу.

Получаем следующий результат: функция имеет в точке

$$x_1 = -\sqrt{\frac{5}{3}}$$

локальный максимум $f(x_1) = 6,3$, а в точке

$$x_2 = +\sqrt{\frac{5}{3}}$$

– локальный минимуму $f(x_2) = -2,3$. $\otimes$

Пример 3.4.4. Найти экстремумы функции, определённой формулой

$$f(x) = \frac{1}{3}x^3 + \frac{5}{2}x^2 + 4x + 3.$$

Решение. Множеством определения функции является вся числовая ось R .

1) Находим производную функции:

$$f'(x) = x^2 + 5x + 4.$$

2) Находим критические точки функции, для чего решаем уравнение

$$x^2 + 5x + 4 = 0.$$

В результате решения имеем корни: $x_1 = -1$, $x_2 = -4$. Критические точки разбивают R^1 на промежутки

$$-\infty < x < -4, -4 < x < -1, -1 < x < \infty.$$

3) Исследуем поведение первой производной функции в полученных промежутках:

в промежутке $(-\infty, -4)$ имеем $y' > 0$;

в промежутке $(-4, -1)$ имеем $y' < 0$;

в промежутке $(-1, \infty)$ имеем $y' > 0$.

Следовательно, в точке -4 имеем **максимум**; в точке -1 имеем **минимум**.

4) Вычисляем экстремальные значения функции:

$$\max f(x) = f(-4) \approx 5,67; \min f(x) = f(-1) = 1,17. \otimes$$

Пример 3.4.5. Найти экстремумы функции, определённой формулой

$$f(x) = 3x^5 - 5x^3 + 10.$$

Решение. 1) Находим производную функции:

$$f'(x) = 15x^4 - 15x^2.$$

2) Находим критические точки функции, для чего решаем уравнение

$$15x^4 - 15x^2 = 0, x^4 - x^2 = 0, x^2 \cdot (x-1) \cdot (x+1) = 0.$$

Имеем три корня: $x_1 = 0$, $x_2 = 1$, $x_3 = -1$.

3) Находим вторую производную функцию:

$$f''(x) = 60 \cdot x^3 - 30 \cdot x.$$

4) Находим вторую производную в критических точках:

$$f''(0) = 0; f''(1) = 30; f''(-1) = -30.$$

В точке $x_2 = 1$ функция имеет **минимум**, а в точке $x_3 = -1$ - **максимум**. В точке $x_1 = 0$ функция экстремума не имеет, так как первая производная при переходе через эту точку не меняет своего знака. $\otimes$

Промежутки выпуклости и вогнутости и асимптоты графика функции

Пример 3.4.6. Найти промежутки выпуклости и вогнутости и точки перегиба графика функции, заданной формулой:

$$f(x) = (x^2 + 7x) \cdot \sqrt[3]{x} - 5x - 8.$$

Р е ш е н и е. Множество определения функции $M = R$. Преобразованная формула

$$f(x) = x^{\frac{7}{3}} + 7 \cdot x^{\frac{4}{3}} - 5x - 8.$$

1) Находим нули и точки разрыва второй производной функции, для чего находим $f''(x)$:

$$f'(x) = \frac{7}{3} \cdot x^{\frac{4}{3}} + \frac{28}{3} \cdot x^{\frac{1}{3}} - 5;$$

$$f''(x) = \frac{28}{9} \cdot x^{\frac{1}{3}} + \frac{28}{9} \cdot x^{-\frac{2}{3}} = \frac{28}{9} \cdot \frac{x+1}{\sqrt[3]{x^2}}.$$

Очевидно, что точка $x = -1$ является нулём второй производной $f''(x)$, а точка $x = 0$ является точкой разрыва второго рода второй производной $f''(x)$. Эти точки делят множество определения функции $f(x)$ на промежутки

$$(-\infty, -1), (-1, 0), (0, +\infty).$$

2) Определяем знак второй производной в полученных промежутках:

$$(\forall x \in (-\infty, -1)) f''(x) < 0;$$

$$(\forall x \in (-1, 0)) f''(x) > 0;$$

$$(\forall x \in (0, +\infty)) f''(x) > 0.$$

Следовательно: на $(-\infty, -1)$ график функции **выпуклый**; на $(-1, 0) \cup (0, +\infty)$ график функции **вогнутый**.

3) Так как функция в точке $x_0 = -1$ определена, а $f''(-1) = 0$, то в точке $x_0 = -1$ график функции испытывает перегиб, а точка

$$(x_0; f(x_0)) = (-1; 3)$$

является точкой перегиба графика функции. $\otimes$

Пример 3.4.7. Найти асимптоты графика функции, заданной формулой:

$$f(x) = \frac{-x^2 + 7x}{x - 3}.$$

Решение. 1) Точка $x = 3$ является точкой разрыва второго рода, следовательно, график функции имеет вертикальную асимптоту с уравнением $x = 3$.

2) По определению асимптоты, функция может быть представлена в виде

$$f(x) = (kx + b) + \alpha(x),$$

где $\alpha(x)$ – бесконечно малая функция при неограниченном удалении точки графика от начала системы координат более высокого порядка, чем x , то есть

$$\lim_{x \rightarrow \pm\infty} \frac{\alpha(x)}{x} = 0.$$

Чтобы записать функцию в указанном виде, разделим числитель на знаменатель с остатком:

$$\frac{-x^2 + 7x}{x - 3} = -x + 4 + \frac{12}{x - 3}.$$

Так как

$$\lim_{x \rightarrow \pm\infty} \frac{12}{x - 3} = 0,$$

график функции имеет наклонную асимптоту с уравнением $y = -x + 4$. $\otimes$

Пример 3.4.8. Найти асимптоты графика функции, заданной формулой:

$$f(x) = \sqrt{1+x^2} - 2x.$$

Решение. 1) Так как функция определена на всей числовой оси, вертикальных асимптот нет.

2) Из представления функции в виде

$$f(x) = (kx + b) + \alpha(x)$$

Следует, что для нахождения наклонных асимптот нужно найти правый и левый пределы, которые равны соответственно

$$k_+ = \lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{f(x)}{x}, \quad b_+ = \lim_{x \rightarrow +\infty} [f(x) - kx],$$

$$k_- = \lim_{x \rightarrow -\infty} \frac{f(x)}{x}, \quad b_- = \lim_{x \rightarrow -\infty} [f(x) - kx].$$

Правый предел:

$$k_1 = \lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{\sqrt{1+x^2} - 2x}{x} = \lim_{x \rightarrow +\infty} \left(\sqrt{\frac{1}{x^2} + 1} - 2 \right) = -1;$$

$$\begin{aligned} b_1 &= \lim_{x \rightarrow +\infty} (\sqrt{1+x^2} - 2x + x) = \lim_{x \rightarrow +\infty} (\sqrt{1+x^2} - x) = \\ &= \lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{1}{\sqrt{1+x^2} + x} = 0. \end{aligned}$$

Правая наклонная асимптота графика функции имеет уравнение

$$y = -x.$$

Левый предел:

$$\begin{aligned} k_2 &= \lim_{x \rightarrow -\infty} \frac{\sqrt{1+x^2} - 2x}{x} = \{x = -z\} = \lim_{z \rightarrow +\infty} \frac{\sqrt{1+z^2} + 2z}{-z} = \\ &= -\lim_{z \rightarrow +\infty} \left(\sqrt{\frac{1}{z^2} + 1} + 2 \right) = -3; \end{aligned}$$

$$b_2 = \lim_{x \rightarrow -\infty} (\sqrt{1+x^2} - 2x + 3x) = \lim_{x \rightarrow -\infty} (\sqrt{1+x^2} + x) =$$

$$= \lim_{x \rightarrow -\infty} \frac{1}{\sqrt{1+x^2} - x} = 0.$$

Левая наклонная асимптота графика функции имеет уравнение

$$y = -3x. \otimes$$

Пример 3.4.9. Исследовать функцию, заданную формулой $y(x) = x \cdot e^{-x}$.

Решение. 1) Множеством определения функции служит всё множество действительных чисел R .

2) Нуль функции – точка $x = 0$, причём $\lim_{x \rightarrow 0} y(x) = 0$. Следовательно, функция в точке

$x = 0$ асимптот не имеет.

3) Находим критические точки функции:

$$y'(x) = e^{-x} - x \cdot e^{-x} = e^{-x} \cdot (1 - x) \Rightarrow x = 1.$$

4) Имеем два промежутка $(-\infty, 1)$ и $(1, \infty)$. На этих промежутках

$$(\forall x \in (-\infty, 1)) \quad y'(x) > 0,$$

$$(\forall x \in (1, \infty)) \quad y'(x) < 0,$$

соответственно. Следовательно, при $x \in (-\infty, 1)$ функция строго монотонно возрастает, а при $x \in (1, \infty)$ функция строго убывает.

5) Вторая производная функции равна

$$y''(x) = -e^{-x} \cdot (1 - x) - e^{-x} = e^{-x} \cdot (x - 2).$$

Так как в точке $x = 1$ вторая производная равна

$$y''(1) = \frac{1-2}{e} = -\frac{1}{e} < 0,$$

то функция в этой точке имеет локальный максимум, равный $\frac{1}{e}$.

6) Вторая производная функции в точке $x = 2$ обращается в нуль, а при переходе через эту точку меняет знак с минуса на плюс. Следовательно, график функции при $x = 2$ имеет перегиб,

причём при $x < 2$ график функции выпуклый, а при $x > 2$ – вогнутый. Значение функции в точке перегиба равно

$$y(2) = 2 \cdot e^{-2} = \frac{2}{e^2}. \otimes$$

Практическое занятие 6. Интегрируемость функции одного переменного

Предварительные сведения

Определённым интегралом от определённой на промежутке $[a, b]$ функции f называется предел последовательности интегральных сумм Римана

$$\int_a^b f(x) dx \stackrel{\text{def}}{=} \lim_{d \rightarrow 0} \sum_{k=1}^n f(\xi_k) \cdot (x_k - x_{k-1}),$$

если он существует. Можно показать, что этот предел существует для непрерывной на $[a, b]$ функции.

Свойства определённого интеграла:

- 1) $\int_a^a f(x) dx = 0$;
- 2) $\int_a^b f(x) dx = -\int_b^a f(x) dx$;
- 3) $\int_a^b (f(x) + g(x)) dx = \int_a^b f(x) dx + \int_a^b g(x) dx$;
- 4) $\int_a^b c \cdot f(x) dx = c \cdot \int_a^b f(x) dx$;
- 5) $\int_a^b f(x) dx = \int_a^c f(x) dx + \int_c^b f(x) dx$ при $a < c < b$;
- 6) $\int_a^b f(x) dx > 0$, если $(\forall x \in [a, b]) f(x) > 0$.

Пусть f и F – две функции, определённые на открытом промежутке $M = (a, b) \subset \mathbb{R}^1$. Функция F называется **первообразной (примитивной) функцией** для функции f на промежутке M , если она дифференцируема на этом промежутке и выполняется следующее условие:

$$(\forall x \in (a, b)) \quad \frac{d}{dx} F(x) = f(x).$$

Неопределённым интегралом от функции f на промежутке (a, b) действительной числовой оси называется бесконечное множество $H(x)$ всех её первообразных. Неопределённый интеграл обозначается так:

$$H(x) = \int f(x) dx = F(x) + C.$$

Если F – первообразная функция для функции f на промежутке $\bar{J} = [a, b]$, то определённый интеграл от функции f по заданному промежутку равен разности значений первообразной на концах промежутка (формула Ньютона-Лейбница):

$$\int_a^b f(x) dx = F(b) - F(a).$$

Примеры с решением

Пример 3.5.1. Найти неопределённый интеграл

$$I = \int \sqrt[3]{x^2} dx.$$

Решение. Непосредственно имеем:

$$\int \sqrt[3]{x^2} dx = \int x^{\frac{2}{3}} dx = \frac{x^{\frac{5}{3}}}{\frac{5}{3}} + C = \frac{3}{5} \sqrt[3]{x^5} + C. \otimes$$

Пример 3.5.2. Найти неопределённый интеграл

$$I = \int (6x^2 - 3\sqrt{x} + 5) dx.$$

Решение. Используя свойства неопределённого интеграла и таблицу первообразных, получаем:

$$\begin{aligned} \int (6x^2 - 3\sqrt{x} + 5) dx &= 6 \int x^2 dx - 3 \int x^{\frac{1}{2}} dx + 5 \int dx = \\ &= 2x^3 - 2x^{\frac{3}{2}} + 5x + C = 2x^3 - 2\sqrt{x^3} + 5x + C, \end{aligned}$$

где все постоянные интегрирования объединены в одну постоянную C . $\otimes$

Пример 3.5.3. Найти неопределённый интеграл

$$I = \int \left(5x^2 + 11 - 3\sin x + \frac{2}{x} - \frac{1}{\sin^2 x} \right) dx.$$

Решение. Используя свойства неопределённого интеграла и табличные первообразные, имеем:

$$\begin{aligned} \int \left(5x^2 + 11 - 3\sin x + \frac{2}{x} - \frac{1}{\sin^2 x} \right) dx &= \\ &= 5 \int x^2 dx + 11 \int dx - 3 \int \sin x dx + 2 \int \frac{dx}{x} - \int \frac{dx}{\sin^2 x} = \end{aligned}$$

$$= \frac{5}{3}x^3 + 11x + 3\cos x + 2\ln|x| + \operatorname{ctg} x + C. \otimes$$

По определению логарифмической производной имеем:

$$y(x) = \ln(f(x)) \Rightarrow \frac{dy}{dx}(x) = \frac{d}{dx}(\ln(f(x))) = \frac{1}{f(x)} \cdot \frac{df}{dx}(x) \equiv \frac{f'(x)}{f(x)}.$$

Тогда по определению неопределённого интеграла имеем:

$$\int (\ln f(x))' dx = \int \frac{f'(x)}{f(x)} dx = \int \frac{f'(x) dx}{f(x)} = \int \frac{df(x)}{f(x)} = \ln(f(x)) + C.$$

Этот метод нахождения неопределённого интеграла называется *методом подведения под дифференциал*.

Пример 3.5.4. Найти неопределённый интеграл

$$I = \int \frac{dx}{x+1}.$$

Решение. Замечая, что $dx = d(x+1)$ и, используя табличную первообразную для

функции $\frac{1}{x}$, в соответствии с формулой подведения под дифференциал получаем:

$$\int \frac{dx}{x+1} = \int \frac{d(x+1)}{x+1} = \ln|x+1| + C. \otimes$$

Пример 3.5.5. Найти неопределённый интеграл

$$I = \int \frac{dx}{ax+b}.$$

Решение. Замечая, что $dx = \frac{1}{a}d(ax+b)$, имеем:

$$\int \frac{dx}{ax+b} = \frac{1}{a} \int \frac{d(ax+b)}{ax+b} = \frac{1}{a} \ln|ax+b| + C. \otimes$$

Пример 3.5.6. Найти неопределённый интеграл

$$I = \int \frac{x dx}{1+x^2}.$$

Решение. Так как $x dx = \frac{1}{2} d(1+x^2)$, получаем:

$$\int \frac{x dx}{1+x^2} = \frac{1}{2} \int \frac{d(1+x^2)}{1+x^2} = \frac{1}{2} \ln(1+x^2) + C. \otimes$$

Пример 3.5.7. Найти неопределённый интеграл

$$I = \int \frac{3x+2}{x+5} dx.$$

Решение. Преобразуем подынтегральную функцию:

$$\frac{3x+2}{x+5} \equiv \frac{3x+15-13}{x+5} = \frac{3(x+5)}{x+5} - \frac{13}{x+5} = 3 - \frac{13}{x+5}.$$

Используя свойства неопределённого интеграла и табличные первообразные, получаем:

$$\begin{aligned} \int \frac{3x+2}{x+5} dx &= \int \left(3 - \frac{13}{x+5} \right) dx = 3 \int dx - 13 \int \frac{1}{x+5} dx = \\ &= 3x - 13 \ln|x+5| + C. \otimes \end{aligned}$$

Пусть функция $x = \varphi(t)$ определена на промежутке $\bar{J} \in [\alpha, \beta]$, имеет непрерывную производную на (α, β) и принимает значения в промежутке $\bar{M} \in [a, b]$, а функция $f: \bar{M} \rightarrow f(\bar{M})$ – непрерывная функция, определённая при всех $x \in \bar{M}$. Тогда в неопределённом интеграле

$$I = \int f(x) dx + C$$

можно заменить переменную x функцией $\varphi(t)$ от переменной t , причём dx заменяется на $\frac{d\varphi}{dt}(t)dt$, то есть, справедлива формула **замены переменной**

$$\int f(x) dx = \int f(\varphi(t)) \frac{d\varphi}{dt}(t) dt + C.$$

Если функции u и v имеют непрерывные производные $\frac{du}{dx}$ и $\frac{dv}{dx}$, то

$$\int u(x) dv(x) = u(x)v(x) - \int v(x) du(x)$$

(формула интегрирования по частям).

Пример 3.5.8. Найти неопределённый интеграл

$$I = \int \sqrt{x+3} dx.$$

Р е ш е н и е. Заменяя переменную по формуле $t = x + 3 \Rightarrow dx = dt$, получаем:

$$\int \sqrt{x+3} dx = \int \sqrt{t} dt = \int t^{1/2} dt = \frac{2}{3} t^{3/2} + C = \frac{2}{3} \sqrt{(x+3)^3} + C. \otimes$$

Пример 3.5.9. Найти неопределённый интеграл

$$I = \int \frac{x^2 + 1}{(x^3 + 3x + 1)^4} dx.$$

Р е ш е н и е. Заменяя переменную

$$t = x^3 + 3x + 1 \Rightarrow dx = \frac{1}{3x^2 + 1} dt,$$

получаем:

$$\int \frac{x^2 + 1}{(x^3 + 3x + 1)^4} dx = \frac{1}{3} \int \frac{dt}{t^4} = -\frac{1}{9t^3} + C = -\frac{1}{9(x^3 + 3x + 1)^3} + C. \otimes$$

Пример 3.5.10. Найти неопределённый интеграл

$$I = \int x \cdot \cos x dx.$$

Р е ш е н и е. Замечая, что $\cos x dx = d(\sin x)$ и используя формулу интегрирования по частям, получаем:

$$\begin{aligned} \int x \cdot \cos x dx &= \left\{ \begin{array}{l} u = x, \quad du = dx, \\ dv = \cos x dx \equiv d(\sin x), \quad v = \sin x \end{array} \right\} = \\ &= x \cdot \sin x - \int \sin x dx + C = x \cdot \sin x + \cos x + C. \otimes \end{aligned}$$

Пример 3.5.11. Найти неопределённый интеграл

$$I = \int x \cdot \ln x dx.$$

Р е ш е н и е. Интегрируя по частям, получаем:

$$\begin{aligned} \int x \cdot \ln x dx &= \left\{ \begin{array}{l} u = \ln x, \quad du = \frac{dx}{x}, \\ dv = x dx, \quad v = \frac{x^2}{2} \end{array} \right\} = \frac{x^2}{2} \cdot \ln x - \frac{1}{2} \int x dx + C = \\ &= \frac{x^2}{2} \cdot \ln x - \frac{x^2}{4} + C. \otimes \end{aligned}$$

Пример 3.5.12. Вычислить определённый интеграл

$$I = \int_0^1 x^2 dx$$

по формуле Ньютона-Лейбница, дать геометрическую интерпретацию.

Решение. Проводя непосредственное интегрирование и применяя формулу Ньютона-Лейбница, получаем: $\int_0^1 x^2 dx = \frac{x^3}{3} \Big|_0^1 = \frac{1}{3}$. Полученное число $\frac{1}{3}$ имеет смысл площади криволинейного треугольника с вершинами в точках

$$O(0, 0), A(1, 1), B(1, 0). \otimes$$

Пример 3.5.13. Вычислить определённый интеграл

$$I = \int_{\pi/6}^{\pi/4} \frac{dx}{\cos^2 x}.$$

Решение. Используя таблицу первообразных и формулу Ньютона-Лейбница, получаем:

$$\int_{\pi/6}^{\pi/4} \frac{dx}{\cos^2 x} = \operatorname{tg} x \Big|_{\pi/6}^{\pi/4} = \operatorname{tg} \frac{\pi}{4} - \operatorname{tg} \frac{\pi}{6} = 1 - \frac{\sqrt{3}}{3}. \otimes$$

Пример 3.5.14. Вычислить определённый интеграл

$$I = \int_1^2 2^{3x-4} dx.$$

Решение. Используем методом “подведения под дифференциал”:

$$\begin{aligned} \int_1^2 2^{3x-4} dx &= \left\{ dx = \frac{1}{3} d(3x-4) \right\} = \frac{1}{3} \int_1^2 2^{3x-4} d(3x-4) = \\ &= \left\{ \int a^x dx = \frac{a^x}{\ln a} + C \right\} = \frac{1}{3} \cdot \frac{2^{3x-4}}{\ln 2} \Big|_1^2 = \frac{1}{3 \ln 2} \left(4 - \frac{1}{2} \right) = \frac{7}{6 \ln 2}. \otimes \end{aligned}$$

Пример 3.5.15. Вычислить определённый интеграл

$$I = \int_0^1 x \cdot (2 - x^2)^5 dx.$$

Решение. Для решения воспользуемся методом замены переменной. Введём новую переменную $t = 2 - x^2$. Дифференциал новой переменной равен

$$dt = d(2 - x^2) = -2x dx \Rightarrow x dx = -\frac{1}{2} dt.$$

Пределы изменения новой переменной определяются так:

$$x = 0 \Rightarrow t = 2; x = 1 \Rightarrow t = 1.$$

Учитывая эти формулы, получаем:

$$\begin{aligned} \int_0^1 x \cdot (2 - x^2)^5 dx &= \left\{ \begin{array}{l} dt = d(2 - x^2) = -2x dx; x dx = -\frac{1}{2} dt; \\ x = 0 \Rightarrow t = 2; x = 1 \Rightarrow t = 1. \end{array} \right\} = \\ &= -\frac{1}{2} \cdot \int_2^1 t^5 dt = \frac{1}{2} \int_1^2 t^5 dt = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{6} \cdot t^6 \Big|_1^2 = \frac{1}{12} \cdot (64 - 1) = \frac{63}{12} = \frac{21}{4}. \otimes \end{aligned}$$

Пример 3.5.16. Вычислить определённый интеграл

$$I = \int_1^e \frac{\ln^2 x}{x} dx.$$

Решение. Используя замену переменной интегрирования $t = \ln x$, имеем:

$$\int_1^e \frac{\ln^2 x}{x} dx = \left\{ \begin{array}{l} t = \ln x, \\ dt = \frac{dx}{x}, \end{array} \right. \left. \begin{array}{l} x = 1 \Rightarrow t = 0, \\ x = e \Rightarrow t = 1. \end{array} \right\} = \int_0^1 t^2 dt = \frac{t^3}{3} \Big|_0^1 = \frac{1}{3}. \otimes$$

Пример 3.5.17. Вычислить определённый интеграл

$$I = \int_0^1 x \cdot e^{-x} dx.$$

Решение. Данный интеграл вычисляется методом «интегрирования по частям»:

$$\begin{aligned} \int_0^1 x \cdot e^{-x} dx &= \left\{ \begin{array}{l} u = x, \quad du = dx, \\ dv = e^{-x} dx, \quad v = \int e^{-x} dx = -e^{-x}. \end{array} \right\} = \\ &= x \cdot e^{-x} \Big|_0^1 - \int_0^1 e^{-x} d(-x) = -x \cdot e^{-x} \Big|_0^1 - e^{-x} \Big|_0^1 = \end{aligned}$$

$$= -e^{-1} - e^{-1} + 1 = 1 - 2 \cdot e^{-1} = 1 - \frac{2}{e} = e - \frac{2}{e}. \otimes$$

Задания для самостоятельной работы

1. Выяснить тип монотонности последовательностей:

$$1) \left(\frac{n}{2n+1} \right); 2) \left(\frac{n}{5^n} \right); 3) \left(\frac{n}{4n-3} \right); 4) \left(\frac{n}{n+1} \right); 5) \left(1 + \frac{1}{2^n} \right).$$

2. Используя определение, показать, что $\lim_{n \rightarrow \infty} x_n = x_0$, если:

$$1) x_n = \frac{3n+1}{5n+2}, x_0 = \frac{3}{5}; 2) x_n = \frac{2n-2}{3n-1}, x_0 = \frac{2}{3};$$

$$3) x_n = \frac{4n-2}{2n+3}, x_0 = 2; 4) x_n = \frac{4n^2+1}{n^2+2}, x_0 = 4;$$

$$5) x_n = \frac{3-n^3}{1+n^3}, x_0 = -1; 6) x_n = \frac{6n-2}{2n+1}, x_0 = 3;$$

$$7) x_n = \frac{3+8n^2}{1+4n^2}, x_0 = 2; 8) x_n = \frac{5n+2}{3n+1}, x_0 = \frac{5}{3}.$$

3. Вычислить предел последовательности:

$$1) \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1-n}{n}; 2) \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{3n-2}{2n+5};$$

$$3) \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{(5-n)^2 + (5+n)^2}{(5-n)^2 - (5+n)^2}; 4) \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{(4-n)^3 - (2-n)^3}{(1-n)^2 - (2+n)^4};$$

$$5) \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{(3+n)^2 - (2+n)^2}{(2+n)^2 - (1-n)^2}; 6) \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{(2+n)^3}{(n+2)^2 - (n+1)^3};$$

$$7) \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{(n+2)^2 - (n+5)^3}{(3-n)^3}; 8) \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n^2 + \frac{n}{2^n}}{n^2 - 1};$$

- 9) $\lim_{n \rightarrow \infty} \left(\frac{n^3}{n^2 + 1} - \frac{3n^2}{3n - 1} \right)$; 10) $\lim_{n \rightarrow \infty} \left(\sqrt{a^2 n^2 + bn} - an \right)$;
- 11) $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n^3 \sqrt[3]{3n^2} + \sqrt[4]{4n^8 + 1}}{(n + \sqrt{n}) \sqrt{7 - n + n^2}}$; 12) $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\sqrt{n-1} - \sqrt{2n^2 + 3}}{\sqrt[3]{n^3 + 3} + \sqrt[4]{n^5 + 2}}$;
- 13) $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{10n^3 - \sqrt{n^3 + 2}}{\sqrt{4n^6 + 3} - n}$; 14) $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\sqrt{n+2} - \sqrt[3]{8n^3 + 3}}{\sqrt[4]{n+5} + n}$;
- 15) $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{2^{n+1} + 5^{n+1}}{2^n + 5^n}$; 16) $\lim_{n \rightarrow \infty} (2^{-n} \sin x)$;
- 17) $\lim_{n \rightarrow \infty} \left(\frac{n+2}{n-1} \right)^n$; 18) $\lim_{n \rightarrow \infty} \left(\frac{n^2 + 1}{n^2} \right)^{n^2}$;
- 19) $\lim_{n \rightarrow \infty} \left(\frac{n^2 + n + 3}{n^2 + n - 1} \right)^{-n^2}$; 20) $\lim_{n \rightarrow \infty} \left(\frac{2n^2 + n + 5}{2n^2 + n + 1} \right)^{3n^2}$;
- 21) $\lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{n} \right)^{n+1}$; 22) $\lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 - \frac{1}{3n} \right)^n$.

23. Найти множество определения M и множество значений $f(M)$ функции $f(x) = \lg x$.

24. Найти множество определения M следующих функций:

- 1) $f(x) = \frac{x^2 - 1}{x - 1}$; 2) $f(x) = \frac{2x}{x^2 - 5x + 4}$; 3) $f(x) = (x - 2) \cdot \sqrt{\frac{x+1}{1-x}}$;
- 4) $f(x) = \lg(x - 2) - \sqrt{\frac{x+2}{1-x}}$; 5) $f(x) = \frac{3x^2 - 5x + 2}{2x^3 - 3x^2 + x}$.

25. Выяснить, какие из данных функций являются чётными, а какие нечётными:

- 1) $f(x) = 1 - x$; 2) $f(x) = x^3 + x$; 3) $f(x) = \sqrt{2x - x^2}$;
- 4) $f(x) = x^5 - x^3 + x$; 5) $f(x) = x^2 + x - 1$.

26. Выяснить, является ли данная функция периодической и если функция является периодической, то найти её период:

1) $f(x) = 5$; 2) $f(x) = \sin(5x + 3)$; 3) $f(x) = \cos x^2$;

4) $f(x) = 2[x] + 1$, где $[x]$ – целая часть x .

27. Используя определение непрерывности функции по Гейне, доказать, что функция $f(x) = x^2 + 3x + 3$ непрерывна в любой точке действительной числовой оси $(-\infty, +\infty)$.

28. Используя определение непрерывности по Коши показать, что следующие функции непрерывны в заданных точках x_0 :

1) $f(x) = 3x - 5$, $x_0 = 2$; 2) $f(x) = 4x^2 - 1$, $x_0 = 2$;

3) $f(x) = -3x^2 + 8$, $x_0 = 4$; 4) $f(x) = 4x^2 + 1$, $x_0 = 8$;

5) $f(x) = \sin x - \cos 2x$, $x_0 = \frac{\pi}{2}$.

29. Решить неравенство $\frac{x^2 - 5x + 6}{x^3 - 1} < 0$.

30. Найти предел данной функции при $x \rightarrow x_0$:

1) $\lim_{x \rightarrow 1} \frac{3x^2 - 5x + 2}{2x^3 - 3x^2 + x}$; 2) $\lim_{x \rightarrow -1} \frac{x^3 + 3x^2 + 7x + 5}{x^2 - x - 2}$;

3) $\lim_{x \rightarrow -1} \frac{x^3 + x^2 - x - 1}{x^3 - 3x - 2}$; 4) $\lim_{x \rightarrow 1} \frac{x^4 - 1}{x^4 - x^3 + x - 1}$;

5) $\lim_{x \rightarrow -1} \frac{x^3 - x^2 - x - 2}{x^3 - 2x^2 + x - 2}$; 6) $\lim_{x \rightarrow a} \frac{x^4 - a^4}{x^3 - a^3}$; 7) $\lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{2}} \frac{1 + \sin x}{1 - \cos 2x}$;

8) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\ln(1 + \sin 2x)}{\sin 3x}$; 9) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{1 - \cos 2x}{\cos 5x - \cos 3x}$; 10) $\lim_{x \rightarrow 0} \left(\frac{1 + x3^x}{1 + x2^x} \right)^{\frac{1}{x^2}}$;

12) $\lim_{x \rightarrow 0} (1 - \ln \cos x)^{\frac{1}{\sin^2 x}}$.

31. Используя свойства бесконечно малых и бесконечно больших функций, найти следующие пределы:

$$\begin{aligned}
& 1) \lim_{x \rightarrow 5} \frac{3x+5}{x-5}; 2) \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{\sin x}{x}; 3) \lim_{x \rightarrow 0} \left(x \cdot \cos \frac{1}{x} \right); \\
& 4) \lim_{x \rightarrow 1} \frac{2x^2 - x - 1}{(x-1)^2}; 5) \lim_{x \rightarrow 2} \frac{\sqrt{x+2} - \sqrt{6-x}}{x^2 - 4}; \\
& 6) \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{3x^2 + 2}{4x^5 + x + 1}; 7) \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{2^{x+1} + 3^{x+1}}{2^x + 3^x}; \\
& 8) \lim_{x \rightarrow \infty} \left(\sqrt{x^2 + 1} - \sqrt{x^2 - 1} \right); 9) \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin 6x}{4x}; 10) \lim_{x \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{5}{x} \right)^{3x}.
\end{aligned}$$

32. Используя таблицу производных, найти первую производную функцию для заданной функции и, если требуется, её значение в заданных точках:

$$\begin{aligned}
& 1) f(x) = \ln \frac{5-4x^2}{3+7x^2}, x_0 = 3; 2) f(x) = \ln \frac{(1+x^2) \cdot (1-2x)^3}{(x^2-5)^2}; \\
& 3) f(x) = x \cdot \ln x, x=1, x=1x=e, x=\frac{1}{e}, x=\frac{1}{e^2}; \\
& 4) f(x) = \sqrt[8]{x^3} - 4x^6 + 5 \ln x - 7 \cos x + \operatorname{tg}(3x^2 + 2) + \operatorname{ctg} 6x; \\
& 5) f(x) = \ln^2(1 - \cos x); 6) f(x) = \frac{3^x (\sin x + \cos x \cdot \ln 3)}{1 + \ln^2 3}; \\
& 7) f(x) = \ln \sin 3 - \frac{\cos^2 x}{\sin x}; 8) f(x) = \ln(1 + \sqrt{thx}).
\end{aligned}$$

33. Найти первую производную и дифференциал функции

$$f(x) = \frac{\ln x}{\sin x} + (1+x^2) \cdot \operatorname{ctg} x.$$

34. Найти $f'(0)$ и $df(0)$, если $f(x) = \frac{1-10^x}{1+10^x}$.

35. Найти $f'(x)$ и $df(x)$, если $f(x) = \ln(5e^x + 7)$.

36. Пусть функции f и g , определённые на одном и том же множестве $M \subset R$, n -раз дифференцируемы на этом множестве. Показать, что сумма и произведение этих функций также n -раз дифференцируемы на M .

37. Найти производные указанных порядков для данных функций:

1) $f(x) = \ln(2x - 3)$, $f''(x) = ?$;

2) $f(x) = \sin 2x + \cos 3x$, $f'''(x) = ?$;

3) $f(x) = \frac{x+1}{2x+3}$, $f'''(x) = ?$;

4) $f(x) = \ln(3x+1)$, $f'''(x) = ?$;

5) $f(x) = 3^{2x+1}$, $f'''(x) = ?$;

6) $f(x) = x^2 \cdot \sin x$, $f^{(3)} = ?$.

38. Найти производные и дифференциалы указанных порядков:

1) $f(x) = \cos^2 x$, $f''(x) = ?$, $d^2 f(x) = ?$;

2) $f(x) = e^x \cos x$, $f^{(3)}(x) = ?$, $d^{(3)} f(x) = ?$.

30. Проверить справедливость теоремы Ферма для функции $f(x) = 3x^2 - 1$ на промежутке $[1, 2]$.

40. Проверить справедливость теоремы Ролля для функции $f(x) = x$ на промежутке $[0, 1]$.

41. Проверить справедливость первой теоремы о среднем для функции $f(x) = 2x - x^2$ на про-

межутке $[1, 3]$. Найти точку ξ , удовлетворяющую условию $\frac{f(b) - f(a)}{b - a} = f'(\xi)$.

42. Раскрыть неопределённости по правилам Лопиталя:

1) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x} = \left[\frac{0}{0} \right]$; 2) $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{x^3 + 2x^2 + x - 1}{3x^3 - x^2 - x + 3} = \left[\frac{\infty}{\infty} \right]$;

3) $\lim_{x \rightarrow 1} \left(\frac{1}{\ln x} - \frac{1}{x-1} \right) = [\infty - \infty]$; 4) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{1 - \cos x}{x^2} = \left[\frac{0}{0} \right]$;

$$5) \lim_{x \rightarrow 1} \frac{x^3 - 3x^2 + 2}{x^3 - 4x^2 + 3} = \left[\frac{0}{0} \right]; 6) \lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{e^x}{x^2} = \left[\frac{\infty}{\infty} \right].$$

43. Найти неопределённые интегралы непосредственным интегрированием, используя свойства неопределённого интеграла и таблицу первообразных:

$$\begin{aligned} &1) \int (x^6 - 6x^5 + 40x^3 - 24x^2) dx; 2) \int \sqrt[3]{x^2} (8\sqrt[3]{x} - 1) dx; \\ &3) \int \frac{(4 - 3\sqrt{x})^2}{x^2} dx; 4) \int \frac{x+2}{x+3} dx; 5) \int \left(\sum_{k=0}^n a_k x^k \right) dx; \\ &6) \int (2x^2 + 1)^3 dx; 7) \int (1 + \sqrt{x})^4 dx; 8) \int \frac{(x+1) \cdot (x^2 - 3)}{3x^2} dx; \\ &9) \int \frac{(x - \sqrt{x}) \cdot (1 + \sqrt{x})}{\sqrt[3]{x}} dx; 10) \int (5^x - 1)(5^{-x} + 1) dx; \\ &11) \int \frac{x^2 + 3}{x^2 + 1} dx; 12) \int \frac{\cos 2x}{\cos^2 x} dx; 13) \int \frac{\sin 3x - \sin 5x}{\cos 4x} dx; \\ &14) \int \frac{2^{x+1} - 5^{x-1}}{10^x} dx; 15) \int \frac{dx}{2 + 3x^2} dx. \end{aligned}$$

44. Найти неопределённые интегралы методом подведения под дифференциал:

$$\begin{aligned} &1) \int \frac{dx}{ax+b}, \text{ где } a, b - \text{ постоянные}; \\ &2) I = \int \frac{x dx}{1+x^2}; \\ &3) \int \sqrt{x+3} dx \text{ (Указание: использовать подстановку } t = x+3); \\ &4) I = \int \frac{dx}{e^x + e^{-x}} \text{ (Указание: использовать подстановку } t = e^x); \\ &5) \int \frac{x^2 + 1}{(x^3 + 3x + 1)^4} dx; 6) \int \frac{dx}{x\sqrt{\ln x}}; \end{aligned}$$

$$7) \int \frac{3\sqrt{x}+1}{2x\sqrt{x}+x} dx; 8) \int \frac{x dx}{\sqrt{1-x^4}};$$

$$9) \int \frac{x \cos x + \sin x}{(x \sin x)^3} dx; 10) \int \frac{\sin 2x - \cos x}{(\cos^2 x + \sin x)^2} dx.$$

45. Найти неопределённые интегралы методом подстановки:

$$1) \int x \cdot e^{x^2} dx \text{ (Указание: использовать подстановку } t = x^2);$$

$$2) \int \frac{\ln^3 x}{x} dx; 3) \int (12x-5)^7 dx; 4) \int e^{4-3x} dx;$$

$$5) \int 6^{5x+2} dx; 6) \int \frac{6x-5}{\sqrt{3x^2-5x+4}} dx; 7) \int \frac{e^x dx}{2e^x+7}; 8) \int \frac{dx}{x \ln x};$$

$$9) \int \frac{\sqrt[6]{\ln^5 x}}{x} dx; 10) \int \frac{e^{5x}}{4-e^{10x}} dx; 11) \int \sin x \cos^2 x dx;$$

$$12) \int \frac{\cos x}{\sqrt[3]{\sin x}} dx; 13) \int \frac{\sin x}{\cos^2 x \sqrt{\cos x}} dx;$$

$$14) \int \frac{\sqrt{5 \operatorname{tg} x}}{\cos^2 x} dx; 15) \int e^{4 \cos x - 1} \sin x dx.$$

46. Найти неопределённый интеграл методом интегрирования по частям:

$$1) \int x^2 \cdot \cos x dx; 2) \int x^2 \cdot \sin x dx; 3) \int x \cdot e^x dx;$$

$$4) \int (x^2 + 2x + 3) \cdot \cos x dx; 5) \int \frac{x}{\sin^2 x} dx; 6) \int e^{2x} \cos x dx;$$

$$7) \int x^2 e^x dx; 8) \int x \ln x dx.$$

47. Найти определённый интеграл:

$$1) \int_0^1 x \cdot e^{-x} dx; 2) \int_1^e \frac{\ln^2 x}{x} dx; 3) \int_0^r \sqrt{r^2 - x^2} dx;$$

$$4) \int_0^{\pi/4} \frac{\sin x - \cos x}{(\cos x + \sin x)^3} dx; 5) \int_1^e \frac{1 + \ln^3 x}{x} dx; 6) \int_{-2}^5 \sqrt[3]{5x+2} dx;$$

$$\begin{aligned}
& 7) \int_{0,5}^{0,5} \frac{3^x}{1+9^x} dx; 8) \int_0^{0,5} e^{\sin \pi x} \cos \pi x dx; 9) \int_0^1 x e^{-x} dx; \\
& 10) \int_0^\pi e^x \cos^2 x dx; 11) \int_0^\pi (\pi - x) \sin x dx; 12) \int_{-1}^0 (2x + 3) e^{-x} dx; \\
& 13) \int_{\pi/6}^{\pi/2} \frac{x dx}{\sin^2 x}; 14) \int_{\pi/3}^{\pi/2} \frac{\cos x}{3 + \cos x} dx; 15) \int_{\pi/4}^{\pi/2} \frac{\cos^2 x}{\sin^4 x} dx; 16) \int_{\pi/4}^{\pi/3} \frac{1 + \operatorname{tg} x}{\sin 2x} dx.
\end{aligned}$$

ЧАСТЬ 4. ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ ФУНКЦИЙ

НЕСКОЛЬКИХ ПЕРЕМЕННЫХ

РЯДЫ

Практическое занятие 1. Дифференцируемость функций

нескольких переменных

Предварительные сведения

Функция $f: R^n \rightarrow R^1$ называется дифференцируемой в области $\Omega \subset R^n$, если выполняется следующее условие:

$$\begin{aligned}
& \left(\forall \vec{x}_0 \in \Omega \right) \left(\exists U \left(\vec{x}_0 \right) \subset \Omega \right) : \left(\forall \vec{x} \in U \left(\vec{x}_0 \right) \right) \\
& f \left(\vec{x} \right) = f \left(\vec{x}_0 \right) + \sum_{k=1}^m \frac{\partial f}{\partial x^k} \left(\vec{x}_0 \right) \cdot \Delta x^k + o \left(\left\| \Delta \vec{x} \right\| \right).
\end{aligned}$$

Здесь

$$\begin{aligned}
& \Delta \vec{x} = \sum_{k=1}^m \left(x^k - x_0^k \right) \vec{e}_k \equiv \sum_{k=1}^m \Delta x^k \vec{e}_k, \\
& \lim_{\left\| \Delta \vec{x} \right\| \rightarrow 0} \frac{o \left(\left\| \Delta \vec{x} \right\| \right)}{\left\| \Delta \vec{x} \right\|} = 0,
\end{aligned}$$

$$\frac{\partial f}{\partial x_k} \left(\vec{x}_0 \right) \equiv \lim_{\Delta x^k \rightarrow 0} \frac{f(x_0^1, \dots, x_0^{k-1}, x_0^k + \Delta x^k, x_0^{k+1}, \dots, x_0^m) - f(x_0^1, \dots, x_0^{k-1}, x_0^k, x_0^{k+1}, \dots, x_0^m)}{\Delta x^k}.$$

частная производная по переменной x^k первого порядка.

Частные производные функции нескольких переменных высших порядков находятся посредством рекуррентной формулы:

$$\frac{\partial^2 f}{\partial x_p^2} \left(\vec{x} \right) \equiv \frac{\partial}{\partial x_p} \left(\frac{\partial f}{\partial x_p} \right); \quad \frac{\partial}{\partial x_p} \left(\frac{\partial f}{\partial x_k} \right) \equiv \frac{\partial^2 f}{\partial x_p \partial x_k} \left(\vec{x} \right).$$

Вторая формула даёт выражение для смешанной частной производной второго порядка.

Справедлива следующая теорема.

Пусть $f : M \rightarrow f(M)$ ($M \subset R^n$ и $f(M) \subset R^1$) – некоторая дифференцируемая в окрестности $U(\vec{x}_0) \subset M$ точки $\vec{x}_0 \in M$ функция. Тогда, если в окрестности $U(\vec{x}_0)$ существуют (смешанные) частные производные второго порядка

$$\frac{\partial^2 f}{\partial x_p \partial x_k} \left(\vec{x} \right), \quad \frac{\partial^2 f}{\partial x_k \partial x_p} \left(\vec{x} \right),$$

непрерывные в точке $\vec{x}_0$, то

$$\frac{\partial^2 f}{\partial x_p \partial x_k} \left(\vec{x}_0 \right) = \frac{\partial^2 f}{\partial x_k \partial x_p} \left(\vec{x}_0 \right).$$

Теорема обобщается и на смешанные производные любого порядка, вычисленные одинаковое число раз по одним и тем же переменным, даже в разном порядке.

Высшие дифференциалы определяются аналогично высшим производным посредством рекуррентной формулы следующего вида

$$d^n f \left(\vec{x} \right) \stackrel{\text{def}}{=} d \left(d^{n-1} f \left(\vec{x} \right) \right).$$

Так, например, второй дифференциал функции $f : M \rightarrow f(M)$ в точке $\vec{x} \in M \subset R^n$ вычисляется по формуле:

$$d^2 f \left(\vec{x} \right) = d \left(df \left(\vec{x} \right) \right) = d \left(\sum_{k=1}^n \frac{\partial f}{\partial x_k} \left(\vec{x} \right) dx_k \right) = \sum_{j=1}^n \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\sum_{k=1}^n \frac{\partial f}{\partial x_k} \left(\vec{x} \right) dx_k \right) dx_j.$$

Примеры с решением

Пример 4.1.1. Используя определение, найти первые частные производные функции двух переменных, заданной формулой

$$z(x, y) = x^2 y + 4x - 2y + 5,$$

в точке $M_0(5; 1)$.

Решение. Для частной производной по переменной x имеем по определению:

$$\frac{\partial z}{\partial x} = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{z(x_0 + \Delta x, y_0) - z(x_0, y_0)}{\Delta x}.$$

Фиксируя значение $y = y_0$, находим сужение функции $z(x, y)$ на прямую линию $y = y_0$, параллельную оси Ox . На этой прямой сужение

$$z(x, y_0) = y_0 x^2 + 4x - 2y_0 + 5$$

функции $z(x, y)$ является функцией одной переменной x . Используем схему нахождения производной функции одного переменного для сужения $z(x, y_0)$.

1) Придавая переменной x приращение Δx в точке $(x_0; y_0)$, получим:

$$\begin{aligned} z(x_0 + \Delta x, y_0) &= x_0^2 y_0 + 2x_0 y_0 \cdot \Delta x + y_0 (\Delta x)^2 + \\ &+ 4x_0 + 4 \cdot \Delta x - 2y_0 + 5. \end{aligned}$$

2) Находим приращение функции $z(x, y_0)$ в точке $(x_0; y_0)$, придавая переменной x приращение Δx :

$$z(x_0 + \Delta x, y_0) - z(x_0, y_0) = 2x_0 y_0 \cdot \Delta x + y_0 (\Delta x)^2 + 4 \cdot \Delta x.$$

3) Находим предел конечно-разностного отношения:

$$\begin{aligned} \frac{\partial z}{\partial x} &= \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{z(x_0 + \Delta x, y_0) - z(x_0, y_0)}{\Delta x} = \\ &= \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{2x_0 y_0 \cdot \Delta x + y_0 (\Delta x)^2 + 4\Delta x}{\Delta x} = 2x_0 y_0 + 4. \end{aligned}$$

4) Подставляя координаты точки $(x_0; y_0) = (5; 1)$, получаем:

$$\frac{\partial z}{\partial x}(5, 1) = (2x_0 y_0 + 4) \Big|_{\substack{x_0=5 \\ y_0=1}} = 14.$$

Аналогично находим частную производную в точке $(x_0; y_0) = (5; 1)$ по второй переменной y :

$$\frac{\partial z}{\partial y}(5, 1) = (x_0^2 - 2) \Big|_{\substack{x_0=5 \\ y_0=1}} = 23. \quad \otimes$$

Пример 4.1.2. Используя таблицу и правила рациональных операций с производными, найти частные производные функции двух переменных, заданной формулой

$$u(x, y) = x^3 + 3x^2y - y^3.$$

Решение. Фиксируя переменные и используя формулу вычисления производной степенной функции, получаем:

$$\frac{\partial u}{\partial x}(x, y) = 3x^2 + 6xy; \quad \frac{\partial u}{\partial y}(x, y) = 3x^2 - 3y^2. \quad \otimes$$

Пример 4.1.3. Используя таблицу и правила рациональных операций с производными, найти частные производные функции двух переменных, заданной формулой

$$u(x, y) = \frac{xy}{x + y}.$$

Решение. Фиксируя переменные и используя формулы вычисления производной частного и произведения двух функций, получаем:

$$\begin{aligned} \frac{\partial u}{\partial x}(x, y) &= \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{xy}{x + y} \right) = \frac{y^2}{(x + y)^2}; \\ \frac{\partial u}{\partial y}(x, y) &= \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{xy}{x + y} \right) = \frac{x^2}{(x + y)^2}. \quad \otimes \end{aligned}$$

Пример 4.1.4. Используя таблицу и правила рациональных операций с производными, найти частные производные функции двух переменных, заданной формулой

$$u(x, y) = (1 - x)^{y^2}.$$

Решение. Для вычисления частной производной по переменной x фиксируем переменную y и используем формулу для производной степенной функции:

$$\frac{\partial u}{\partial x}(x, y) = -y^2(1-x)^{y^2-1}.$$

Для вычисления частной производной по переменной y фиксируем переменную x и используем формулу $(a^u)' = a^u \ln a \cdot u'$, получаем:

$$\frac{\partial u}{\partial y}(x, y) = 2y \cdot (1-x)^{y^2} \cdot \ln(1-x). \quad \otimes$$

Пример 4.1.5. Используя таблицу и правила рациональных операций с производными, найти частные производные функции двух переменных, заданной формулой

$$u(x, y) = x^3 y^2 + 2x \ln y + x^y.$$

Решение. Используя таблицу производных, получаем:

$$\frac{\partial u}{\partial x}(x, y) = 3x^2 y^2 + 2 \ln y + yx^{y-1},$$

$$\frac{\partial u}{\partial y}(x, y) = 2x^3 y + \frac{2x}{y} + x^y \ln x. \quad \otimes$$

Пример 4.1.6. Используя таблицу и правила рациональных операций с производными, найти частные производные функции двух переменных, заданной формулой

$$u(x, y) = (1 + xy)^y.$$

Решение. Фиксируя переменную y и используя формулу дифференцирования степенной функции, для частной производной по переменной x получаем:

$$\frac{\partial u}{\partial x}(x, y) = y(1 + xy)^{y-1} \cdot y = y^2(1 + xy)^{y-1}.$$

Для вычисления частной производной по переменной y фиксируем переменную x и используем понятие логарифмической производной:

$$z = \ln u(x, y) = y \ln(1 + xy) \rightarrow z'_y = \ln(1 + xy) + \frac{xy}{1 + xy} \rightarrow$$

$$z' = \frac{u'}{u} \rightarrow \frac{\partial u}{\partial y}(x, y) = (1 + xy)^y \cdot \ln(1 + xy) + (1 + xy)^y \frac{xy}{1 + xy} =$$

$$= (1+xy)^y \left[\ln(1+xy) + \frac{x \cdot y}{(1+xy)} \right]. \otimes$$

Пример 4.1.7. Найти частные производные первого порядка функции трёх переменных, заданной формулой

$$u(x_1, x_2, x_3) = \frac{1}{\sqrt{x_1^2 + x_2^2 + x_3^2}}$$

в точке $M_0(1; -1; -2)$.

Р е ш е н и е. Для нахождения частных производных используем таблицу производных и правила дифференцирования функций:

$$\frac{\partial u}{\partial x_1} = -\frac{1}{2} \frac{2x_1}{(x_1^2 + x_2^2 + x_3^2)^{\frac{3}{2}}} = -\frac{x_1}{\sqrt{(x_1^2 + x_2^2 + x_3^2)^3}};$$

$$\frac{\partial u}{\partial x_2} = -\frac{1}{2} \frac{2x_2}{(x_1^2 + x_2^2 + x_3^2)^{\frac{3}{2}}} = -\frac{x_2}{\sqrt{(x_1^2 + x_2^2 + x_3^2)^3}};$$

$$\frac{\partial u}{\partial x_3} = -\frac{1}{2} \frac{2x_3}{(x_1^2 + x_2^2 + x_3^2)^{\frac{3}{2}}} = -\frac{x_3}{\sqrt{(x_1^2 + x_2^2 + x_3^2)^3}};$$

$$\frac{\partial u}{\partial x_1}(1; -1; -2) = -\frac{1}{\sqrt{216}};$$

$$\frac{\partial u}{\partial x_2}(1; -1; -2) = \frac{1}{\sqrt{216}};$$

$$\frac{\partial u}{\partial x_3}(1; -1; -2) = -\frac{2}{\sqrt{216}}. \otimes$$

Пример 4.1.8. Найти частные производные первого порядка функции трёх переменных

$$u(x_1, x_2, x_3) = \exp(x_1^2 + x_2^2 + x_3^2) \equiv e^{x_1^2 + x_2^2 + x_3^2}$$

в точке $M(0; 1; 2)$.

Р е ш е н и е. Для нахождения частных производных, используя таблицу производных и правила дифференцирования функций, дифференцируем сужения функции на отрезки прямых, параллельных осям системы координат:

$$1) \frac{\partial u}{\partial x_1}(x_1, x_2, x_3) = \frac{\partial}{\partial x_1} e^{x_1^2 + x_2^2 + x_3^2} = e^{x_1^2 + x_2^2 + x_3^2} \frac{\partial}{\partial x_1} (x_1^2 + x_2^2 + x_3^2) =$$

$$= 2x_1 e^{x_1^2 + x_2^2 + x_3^2},$$

$$\frac{\partial u}{\partial x_1}(M) = 0;$$

$$2) \frac{\partial u}{\partial x_2}(x_1, x_2, x_3) = \frac{\partial}{\partial x_2} e^{x_1^2 + x_2^2 + x_3^2} = e^{x_1^2 + x_2^2 + x_3^2} \frac{\partial}{\partial x_2} (x_1^2 + x_2^2 + x_3^2) =$$

$$= 2x_2 e^{x_1^2 + x_2^2 + x_3^2},$$

$$\frac{\partial u}{\partial x_2}(M) = 2e^5;$$

$$3) \frac{\partial u}{\partial x_3}(x_1, x_2, x_3) = \frac{\partial}{\partial x_3} e^{x_1^2 + x_2^2 + x_3^2} = e^{x_1^2 + x_2^2 + x_3^2} \frac{\partial}{\partial x_3} (x_1^2 + x_2^2 + x_3^2) =$$

$$= 2x_3 e^{x_1^2 + x_2^2 + x_3^2},$$

$$\frac{\partial u}{\partial x_3}(M) = 4e^5. \otimes$$

Пример 4.1.9. Показать, что функция, заданная формулой

$$z = \ln(x^2 + y^2)$$

удовлетворяет уравнению

$$y \frac{\partial z}{\partial x} - x \frac{\partial z}{\partial y} = 0.$$

Р е ш е н и е. Находим частные производные функции в произвольной точке (x, y) :

$$\frac{\partial z}{\partial x} = \frac{2x}{x^2 + y^2}; \quad \frac{\partial z}{\partial y} = \frac{2y}{x^2 + y^2}.$$

Подставляя в правую часть уравнения, получаем

$$y \frac{\partial z}{\partial x} - x \frac{\partial z}{\partial y} = \frac{2xy}{x^2 + y^2} - \frac{2xy}{x^2 + y^2} = 0. \otimes$$

Пример 4.1.10. Показать, что функция

$$u(x_1, x_2) = x_2 \ln(x_1^2 - x_2^2)$$

удовлетворяет уравнению

$$\frac{1}{x_1} \frac{\partial u}{\partial x_1} + \frac{1}{x_2} \frac{\partial u}{\partial x_2} = \frac{u}{x_2^2}.$$

Решение. Находим частные производные данной функции:

$$\frac{\partial u}{\partial x_1}(x_1, x_2) = x_2 \frac{\partial}{\partial x_1} \ln(x_1^2 - x_2^2) = x_2 \frac{1}{x_1^2 - x_2^2} \frac{\partial}{\partial x_1} (x_1^2 - x_2^2) = \frac{2x_1 x_2}{x_1^2 - x_2^2};$$

$$\frac{\partial u}{\partial x_2}(x_1, x_2) = \ln(x_1^2 - x_2^2) + x_2 \frac{\partial}{\partial x_2} \ln(x_1^2 - x_2^2) =$$

$$= \ln(x_1^2 - x_2^2) + x_2 \frac{1}{x_1^2 - x_2^2} \frac{\partial}{\partial x_2} (x_1^2 - x_2^2) = \ln(x_1^2 - x_2^2) - \frac{2x_2^2}{x_1^2 - x_2^2}.$$

Полученные выражения подставим в левую часть уравнения:

$$\begin{aligned} & \frac{1}{x_1} \frac{2x_1 x_2}{x_1^2 - x_2^2} + \frac{1}{x_2} \left[\ln(x_1^2 - x_2^2) - \frac{2x_2^2}{x_1^2 - x_2^2} \right] = \\ & = \frac{2x_2}{x_1^2 - x_2^2} - \frac{2x_2}{x_1^2 - x_2^2} + \frac{\ln(x_1^2 - x_2^2)}{x_2} = \frac{u(x_1, x_2)}{x_2^2}. \end{aligned}$$

Таким образом, приходим к тождеству:

$$\frac{u(x_1, x_2)}{x_2^2} = \frac{u(x_1, x_2)}{x_2^2}.$$

То есть функция $u(x_1, x_2) = x_2 \ln(x_1^2 - x_2^2)$ удовлетворяет данному уравнению

$$\frac{1}{x_1} \frac{\partial u}{\partial x_1} + \frac{1}{x_2} \frac{\partial u}{\partial x_2} = \frac{u}{x_2^2}. \otimes$$

Пример 4.1.11. Найти частные производные до второго порядка включительно функции двух переменных, заданной формулой:

$$u(x, y) = x^4 + 5x^2y^2 + 6xy + 5.$$

Решение. Имеем:

$$\frac{\partial u}{\partial x}(x, y) = 4x^3 + 10xy^2 + 6y; \quad \frac{\partial u}{\partial y}(x, y) = 10x^2y + 6x;$$

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}(x, y) = 12x^2 + 10y^2; \quad \frac{\partial^2 u}{\partial y^2}(x, y) = 10x^2;$$

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y}(x, y) = \frac{\partial^2 u}{\partial y \partial x}(x, y) = 20xy + 6. \otimes$$

Пример 4.1.12. Найти частные производные до второго порядка включительно функции двух переменных

$$u(x, y) = e^x \ln y.$$

Решение. Имеем:

$$\frac{\partial u}{\partial x}(x, y) = e^x \ln y; \quad \frac{\partial u}{\partial y}(x, y) = \frac{e^x}{y};$$

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}(x, y) = e^x \ln y; \quad \frac{\partial^2 u}{\partial y^2}(x, y) = -\frac{e^x}{y^2};$$

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y}(x, y) = \frac{e^x}{y}. \otimes$$

Пример 4.1.13. Найти частные производные до второго порядка включительно функции двух переменных $u(x, y) = \sin(x + y)$.

Решение. Имеем:

$$\frac{\partial u}{\partial x}(x, y) = \cos(x + y); \quad \frac{\partial u}{\partial y}(x, y) = \cos(x + y);$$

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}(x, y) = -\sin(x + y); \quad \frac{\partial^2 u}{\partial y^2}(x, y) = -\sin(x + y);$$

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y}(x, y) = -\sin(x + y). \otimes$$

Пример 4.1.14. Найти частные производные до второго порядка включительно функции двух переменных

$$u(x_1, x_2) = x_1^{x_2}.$$

Решение. 1) Находим частные производные первого порядка:

$$\frac{\partial u}{\partial x_1} = x_2 x_1^{x_2-1}, \quad \frac{\partial u}{\partial x_2} = x_1^{x_2} \ln x_1.$$

2) Находим частные производные второго порядка, дифференцируя частные производные первого порядка:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x_1^2} = x_2(x_2 - 1)x_1^{x_2-2},$$

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x_2 \partial x_1} = x_1^{x_2-1} + x_2 x_1^{x_2-1} \ln x_1 = x_1^{x_2-1}(1 + x_2 \ln x_1),$$

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x_1 \partial x_2} = x_2 x_1^{x_2-1} \ln x_1 + x_1^{x_2} \frac{1}{x_1} = x_1^{x_2-1}(1 + x_2 \ln x_1),$$

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x_2^2} = x_1^{x_2} (\ln x_1)^2. \otimes$$

Пример 4.1.15. Вычислить полный дифференциал функции двух переменных, заданной формулой

$$z = \frac{1}{\sqrt{x^2 + y^2}}$$

в точке $M_0(1; -1)$.

Решение. Находим частные производные функции:

$$1) \frac{\partial z}{\partial x} = -\frac{1}{2} \frac{2x}{(x^2 + y^2)^{\frac{3}{2}}} = -\frac{x}{(x^2 + y^2)^{\frac{3}{2}}} = -\frac{x}{\sqrt{(x^2 + y^2)^3}},$$

$$\left. \frac{\partial z}{\partial x} \right|_{\substack{x=1 \\ y=-1}} = -\frac{1}{\frac{3}{2^2}} = -\frac{\sqrt{2}}{4};$$

$$2) \frac{\partial z}{\partial y} = -\frac{1}{2} \frac{2y}{(x^2 + y^2)^{\frac{3}{2}}} = -\frac{y}{(x^2 + y^2)^{\frac{3}{2}}} = -\frac{y}{\sqrt{(x^2 + y^2)^3}},$$

$$\left. \frac{\partial z}{\partial y} \right|_{\substack{x=1 \\ y=-1}} = \frac{1}{\frac{3}{2^2}} = \frac{\sqrt{2}}{4};$$

$$3) dz(1, -1) = -\frac{\sqrt{2}}{4} dx + \frac{\sqrt{2}}{4} dy. \otimes$$

Пример 4.1.16. Вычислить приближённо $(0,98)^{2,01}$.

Решение. Рассмотрим функцию $Z = X^Y$. В точке $(1; 2)$ значение функции $z(1; 2) = 1$. Вычислим значение функции в точке $(0,98; 2,01)$. Имеем $\Delta x = -0,02$, $\Delta y = 0,01$. Находим частные производные функции $Z = X^Y$ в точке $(1; 2)$:

$$\frac{\partial z}{\partial x} = yx^{y-1} \Rightarrow \left. \frac{\partial z}{\partial x} \right|_{\substack{x=1 \\ y=2}} = 2;$$

$$\frac{\partial z}{\partial y} = x^y \ln x \Rightarrow \left. \frac{\partial z}{\partial y} \right|_{\substack{x=1 \\ y=2}} = 0.$$

Получаем:

$$(0,98)^{2,01} = z(1; 2) + \left. \frac{\partial z}{\partial x} \right|_{\substack{x=1 \\ y=2}} \cdot \Delta x + \left. \frac{\partial z}{\partial y} \right|_{\substack{x=1 \\ y=2}} \cdot \Delta y = 1 - 0,04 = 0,96. \otimes$$

Пример 4.1.17. Найти дифференциал функции

$$f = f(x + y^2, y + x^2)$$

в точке $M(-1; 1)$.

Решение. Обозначим, например,

$$u = x + y^2, v = y + x^2.$$

Для нахождения дифференциала используем формулу дифференциала и правило нахождения производной композиции функций:

$$df(u, v) = \frac{\partial f}{\partial x} dx + \frac{\partial f}{\partial y} dy = \left(\frac{\partial f}{\partial u} \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial f}{\partial v} \frac{\partial v}{\partial x} \right) dx + \left(\frac{\partial f}{\partial u} \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial f}{\partial v} \frac{\partial v}{\partial y} \right) dy;$$

$$\frac{\partial f}{\partial x} = \frac{\partial f}{\partial u} \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial f}{\partial v} \frac{\partial v}{\partial x} = \frac{\partial f}{\partial u} \cdot 1 + \frac{\partial f}{\partial v} \cdot 2x;$$

$$\frac{\partial f}{\partial y} = \frac{\partial f}{\partial u} \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial f}{\partial v} \frac{\partial v}{\partial y} = \frac{\partial f}{\partial u} \cdot 2y + \frac{\partial f}{\partial v} \cdot 1;$$

$$\frac{\partial f}{\partial x}(M) = \frac{\partial f}{\partial u}(0; 2) - \frac{\partial f}{\partial v}(0; 2);$$

$$\frac{\partial f}{\partial y}(M) = \frac{\partial f}{\partial u}(0; 2) + \frac{\partial f}{\partial v}(0; 2).$$

Подставляя в выражение для полного дифференциала, получаем:

$$\begin{aligned} df(M) &= \frac{\partial f}{\partial x}(M) dx + \frac{\partial f}{\partial y}(M) dy = \\ &= \left[\frac{\partial f}{\partial u}(0; 2) - 2 \frac{\partial f}{\partial v}(0; 2) \right] dx + \left[2 \frac{\partial f}{\partial u}(0; 2) + \frac{\partial f}{\partial v}(0; 2) \right] dy. \quad \otimes \end{aligned}$$

Пример 4.1.18. Найти дифференциал второго порядка функции

$$f = f(x + y, xy).$$

Решение. Обозначим $u = x + y$, $v = xy$. Теперь находим:

$$\frac{\partial f}{\partial x} =$$

$$\frac{\partial f}{\partial y} = \frac{\partial f}{\partial u}(x + y, xy) + \frac{\partial f}{\partial v}(x + y, xy) \cdot y;$$

$$\frac{\partial^2 f}{\partial x^2} = \frac{\partial f}{\partial u}(x + y, xy) + \frac{\partial f}{\partial v}(x + y, xy) \cdot x;$$

$$\frac{\partial^2 f}{\partial x \partial y} = \frac{\partial^2 f}{\partial u^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial v \partial u} \cdot x + \frac{\partial^2 f}{\partial u \partial v} \cdot y + \frac{\partial^2 f}{\partial v^2} \cdot xy + \frac{\partial f}{\partial v} =$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{\partial^2 f}{\partial u^2} + (x+y) \frac{\partial^2 f}{\partial u \partial v} + xy \frac{\partial^2 f}{\partial v^2} + \frac{\partial f}{\partial v}; \\
\frac{\partial^2 f}{\partial y^2} &= \frac{\partial^2 f}{\partial u^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial v \partial u} \cdot x + \frac{\partial^2 f}{\partial u \partial v} \cdot x + \frac{\partial^2 f}{\partial v^2} \cdot x^2 = \\
&= \frac{\partial^2 f}{\partial u^2} + 2x \frac{\partial^2 f}{\partial u \partial v} + x^2 \frac{\partial^2 f}{\partial v^2}. \otimes
\end{aligned}$$

Пусть функция $u = f(x, y)$ задана *параметрическим способом*, то есть, с помощью формул

$$x = \varphi(t), \quad y = \psi(t).$$

Тогда функция u является функцией одного переменного t :

$$u = f(\varphi(t), \psi(t)).$$

Пусть функции $x = \varphi(t)$ и $y = \psi(t)$ дифференцируемы в некоторой точке t , то есть, существуют производные

$$\begin{aligned}
\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\varphi(t + \Delta t) - \varphi(t)}{\Delta t} &= \frac{d\varphi}{dt}(t), \\
\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\psi(t + \Delta t) - \psi(t)}{\Delta t} &= \frac{d\psi}{dt}(t).
\end{aligned}$$

Если функция $u = f(x, y)$ дифференцируема, то придавая переменной t приращение Δt , видим, что все функции получают соответствующие приращения Δx , Δy и Δu , причём по определению дифференцируемости

$$\begin{aligned}
\Delta u &= f(x + \Delta x, y + \Delta y) - f(x, y) = \\
&= \frac{\partial f}{\partial x}(x, y) \cdot \Delta x + \frac{\partial f}{\partial y}(x, y) \cdot \Delta y + \alpha \cdot \Delta x + \beta \cdot \Delta y
\end{aligned}$$

где $\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \alpha = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \beta = 0$. Из последнего равенства вытекает, что

$$\frac{du}{dt} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta u}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left\{ \frac{\partial f}{\partial x}(x, y) \cdot \frac{\Delta x}{\Delta t} + \frac{\partial f}{\partial y}(x, y) \cdot \frac{\Delta y}{\Delta t} + \alpha \cdot \frac{\Delta x}{\Delta t} + \beta \cdot \frac{\Delta y}{\Delta t} \right\} =$$

$$= \frac{\partial f}{\partial x}(x, y) \cdot \frac{dx}{dt} + \frac{\partial f}{\partial y}(x, y) \cdot \frac{dy}{dt}.$$

Итак, имеем формулу:

$$\frac{du}{dt} = \frac{\partial f}{\partial x}(x, y) \cdot \frac{dx}{dt} + \frac{\partial f}{\partial y}(x, y) \cdot \frac{dy}{dt}.$$

Если $x = \varphi(t, s)$ и $y = \psi(t, s)$, то имеем две формулы:

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial u}{\partial x} \frac{\partial x}{\partial t} + \frac{\partial u}{\partial y} \frac{\partial y}{\partial t},$$

$$\frac{\partial u}{\partial s} = \frac{\partial u}{\partial x} \frac{\partial x}{\partial s} + \frac{\partial u}{\partial y} \frac{\partial y}{\partial s}.$$

Пример 4.1.19. Найти $\frac{dz}{dt}$, если

$$z = x^3 - x^2 y, \quad x = 1 - t^2, \quad y = t^4.$$

Решение. Находим непосредственно:

$$\begin{aligned} \frac{dz}{dt} &= \frac{\partial z}{\partial x} \frac{dx}{dt} + \frac{\partial z}{\partial y} \frac{dy}{dt} = (3x^2 - 2xy)2t + (-x^2)4t^3 = \\ &= 4t^7 + 2t^6 + 8t^5 + 4t^4 - 4t^3 - 12t^2 + 2t. \quad \otimes \end{aligned}$$

Пример 4.1.20. Найти $\frac{du}{dt}$, если

$$u = \ln \frac{x_1 - x_2 + x_3}{x_1^2 + x_2^2 + x_3^2} + \sin(x_1 + x_2 + x_3),$$

$$x_1 = a \sin t, \quad x_2 = b \cos t, \quad x_3 = ce^{-kt},$$

где a, b, c, k – некоторые постоянные.

Пример 4.1.21. Найти $\frac{\partial z}{\partial t}$ и $\frac{\partial z}{\partial s}$ для функции $z = x^3 e^y$, если

$$x = ts, \quad y = t^2 - s^2.$$

Решение.

$$1) \frac{\partial z}{\partial t} = \frac{\partial z}{\partial x} \frac{\partial x}{\partial t} + \frac{\partial z}{\partial y} \frac{\partial y}{\partial t} = e^{t^2-s^2} t^2 s^3 (3+2t^2).$$

$$2) \frac{\partial z}{\partial s} = \frac{\partial z}{\partial x} \frac{\partial x}{\partial s} + \frac{\partial z}{\partial y} \frac{\partial y}{\partial s} = e^{t^2-s^2} t^3 s^2 (3-2s^2). \otimes$$

Пусть функция $y = f(x)$ задана неявно посредством уравнения

$$F(x, y) = 0,$$

тогда её производная находится с использованием правила дифференцирования сложной функции путём прямого дифференцирования уравнения, определяющего функцию:

$$\frac{\partial F}{\partial x}(x, y) + \frac{\partial F}{\partial y}(x, y) \frac{dy}{dx} = 0,$$

где учтено, что $\frac{dx}{dx} = 1$. Если $\frac{\partial F}{\partial y}(x, y) \neq 0$, то получаем

$$\frac{dy}{dx} = - \frac{\frac{\partial F}{\partial x}(x, y)}{\frac{\partial F}{\partial y}(x, y)}.$$

Пусть теперь уравнение

$$F(x, y, u) = 0$$

задаёт функцию двух переменных $u = \varphi(x, y)$. Тогда

$$\frac{\partial u}{\partial x} = - \frac{\frac{\partial F}{\partial x}}{\frac{\partial F}{\partial u}}, \quad \frac{\partial u}{\partial y} = - \frac{\frac{\partial F}{\partial y}}{\frac{\partial F}{\partial u}}.$$

Пример 4.1.22. Найти частные производные функции $z = z(x, y)$, заданной неявно уравнением

$$x^2 + y^2 + z^2 + 2xy - 4y - 1 = 0.$$

Решение. Здесь

$$F(x, y, z) = x^2 + y^2 + z^2 + 2xy - 4y - 1,$$

следовательно, имеем:

$$\frac{\partial F}{\partial x} = 2x + 2y; \frac{\partial F}{\partial y} = 2x + 2y - 4; \frac{\partial F}{\partial z} = 2z.$$

Используя формулы дифференцирования неявно заданной функции, получаем:

$$\frac{\partial z}{\partial x} = -\frac{F'_x}{F'_z} = -\frac{x+y}{z}; \frac{\partial z}{\partial y} = -\frac{F'_y}{F'_z} = \frac{2-x-y}{z}. \otimes$$

Практическое занятие 2. Исследование функции нескольких переменных

Предварительные сведения

Пусть $f : M \rightarrow f(M)$ – некоторая функция n переменных, дифференцируемая в области $M \subset R^n$, а N_0 и N – точки множества её определения. Тогда **производной по направлению** вектора $\vec{N_0 N} = t \vec{h}$, где $t \in R^+ \cup \{0\}$, в точке N_0 (с радиус-вектором $\vec{x_0}$) функции f называется правый предел

$$\frac{\partial f}{\partial h} \left(\vec{x_0} \right) \stackrel{\text{def}}{=} \lim_{t \rightarrow 0+0} \frac{f \left(\vec{x_0} + t \vec{h} \right) - f \left(\vec{x_0} \right)}{t}.$$

Градиентом функции $f : M \rightarrow f(M)$ в точке $\vec{x_0} \in M$ называется вектор, имеющий в каноническом базисе пространства R^n координаты $\frac{\partial f}{\partial x_k} \left(\vec{x_0} \right)$ ($k = 1, 2, \dots, n$), то есть вектор

$$\vec{\text{grad}} f \left(\vec{x_0} \right) \equiv \vec{\nabla} f \left(\vec{x_0} \right) \stackrel{\text{def}}{=} \sum_{k=1}^n \frac{\partial f}{\partial x_k} \left(\vec{x_0} \right) \vec{e}_k.$$

Связь производной по направлению и градиента даётся формулой:

$$\begin{aligned} \frac{\partial f}{\partial h} \left(\vec{x_0} \right) &= \left(\vec{\nabla} f \left(\vec{x_0} \right), \vec{h} \right) = \left\| \vec{\nabla} f \left(\vec{x_0} \right) \right\| \cdot \left\| \vec{h} \right\| \cdot \cos \left\{ \vec{\nabla} f \left(\vec{x_0} \right), \vec{N_0 N} \right\} = \\ &= \left\| \vec{\nabla} f \left(\vec{x_0} \right) \right\| \cdot \cos \left\{ \vec{\nabla} f \left(\vec{x_0} \right), \vec{N_0 N} \right\}. \end{aligned}$$

Внутренняя точка $\vec{x}_0 \in M$ называется **точкой локального минимума** (точкой локального максимума) функции f , если существует окрестность $U(\vec{x}_0)$ такая, что

$\left(\forall \vec{x} \in U(\vec{x}_0) \right)$ выполняется неравенство

$$f(\vec{x}_0) \leq f(\vec{x}) \left(f(\vec{x}_0) \geq f(\vec{x}) \right).$$

Справедлива теорема, позволяющая исследовать на экстремум функцию двух переменных.

Пусть функция $f: M \rightarrow f(M)$, $M \subset R^2$, $f(M) \subset R^1$ непрерывна вместе со сво-

ими частными производными первого и второго порядка в некоторой окрестности точки $\vec{x}_0 \in M$ и удовлетворяет условию

$$\vec{\nabla} f(\vec{x}_0) = \vec{0}.$$

Составим определитель следующего вида

$$D(\vec{x}_0) = \begin{vmatrix} \frac{\partial^2 f}{\partial x_1^2}(\vec{x}_0) & \frac{\partial^2 f}{\partial x_1 \partial x_2}(\vec{x}_0) \\ \frac{\partial^2 f}{\partial x_1 \partial x_2}(\vec{x}_0) & \frac{\partial^2 f}{\partial x_2^2}(\vec{x}_0) \end{vmatrix}.$$

Тогда в точке $\vec{x}_0$ функция f :

- 1) имеет локальный минимум, если $D(\vec{x}_0) > 0$ и $\frac{\partial^2 f}{\partial x_1^2}(\vec{x}_0) > 0$;
- 2) имеет локальный максимум, если $D(\vec{x}_0) > 0$ и $\frac{\partial^2 f}{\partial x_1^2}(\vec{x}_0) < 0$;
- 3) не имеет экстремума, если $D(\vec{x}_0) < 0$.

Примеры с решением

Пример 4.2.1. Найти $\vec{\text{grad}} f$ и $\left\| \vec{\text{grad}} f \right\|$ для функции, определённой формулой

$$f(x, y, z) = x^2 + y^2 - z^2$$

в точке $M_0(1; -1; 2)$.

Решение. Находим частные производные и их значение в указанной точке:

$$\frac{\partial f}{\partial x}(x, y, z) = 2x, \quad \frac{\partial f}{\partial y}(x, y, z) = 2y, \quad \frac{\partial f}{\partial z}(x, y, z) = -2z;$$

$$\frac{\partial f}{\partial x}(1, -1, 2) = 2, \quad \frac{\partial f}{\partial y}(1, -1, 2) = -2, \quad \frac{\partial f}{\partial z}(1, -1, 2) = -4.$$

Теперь имеем:

$$\vec{\text{grad}} f(M_0) = 2\vec{e}_1 - 2\vec{e}_2 - 4\vec{e}_3,$$

$$\|\vec{\text{grad}} f\| = \sqrt{4 + 4 + 16} = 2\sqrt{6}. \otimes$$

Пример 4.2.2. Найти производную функции, заданной формулой

$$u(x, y, z) = x^2 - 2xz + y^2$$

в точке $M_0(1; 2; -1)$ по направлению вектора $\vec{M_0M}$, где $M(2; 4; -3)$.

Решение. Находим вектор

$$\vec{M_0M} : \vec{M_0M} = \vec{e}_1 + 2\vec{e}_2 - 2\vec{e}_3.$$

Далее, находим градиент функции в произвольной точке и в точке $M_0(1; 2; -1)$:

$$\vec{\text{grad}} u = \frac{\partial u}{\partial x}\vec{e}_1 + \frac{\partial u}{\partial y}\vec{e}_2 + \frac{\partial u}{\partial z}\vec{e}_3 = (2x - 2z)\vec{e}_1 + 2y\vec{e}_2 - 2x\vec{e}_3,$$

$$\vec{\text{grad}} u(M_0) = 4\vec{e}_1 + 4\vec{e}_2 - 2\vec{e}_3.$$

Находим производную по направлению вектора $\vec{M_0M}$:

$$\begin{aligned}\frac{\partial u}{\partial \vec{M_0 M}}(M_0) &= \frac{\left(\left. \vec{\text{grad}} u \right|_M, \vec{M_0 M} \right)}{\left\| \vec{M_0 M} \right\|} = \frac{4 \cdot 1 + 4 \cdot 2 + (-2) \cdot (-2)}{\sqrt{1 + 4 + 4}} \\ &= \frac{4 + 8 + 4}{\sqrt{9}} = \frac{16}{3}. \quad \otimes\end{aligned}$$

Пример 4.2.3. Исследовать на экстремум функцию, заданную формулой:

$$z(x, y) = x^2 + xy + y^2 - 2x - 3y.$$

Решение. 1) Находим критические точки:

$$\begin{cases} z'_x = 0, \\ z'_y = 0, \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 2x + y = 2, \\ x + 2y = 3. \end{cases}$$

Решение СЛАУ:

$$\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1/3 \\ 4/3 \end{pmatrix}.$$

Имеем одну критическую точку $M_0\left(\frac{1}{3}; \frac{4}{3}\right)$.

2) Вычисляем определитель:

$$D = \begin{vmatrix} \frac{\partial^2 z}{\partial x^2}(M_0) & \frac{\partial^2 z}{\partial x \partial y}(M_0) \\ \frac{\partial^2 z}{\partial x \partial y}(M_0) & \frac{\partial^2 z}{\partial y^2}(M_0) \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 2 & 1 \\ 1 & 2 \end{vmatrix} = 3 > 0.$$

Точка $M\left(\frac{1}{3}; \frac{4}{3}\right)$ является точкой экстремума. Так как

$$\frac{\partial^2 z}{\partial x^2}(M_0) > 0,$$

то точка $M_0\left(\frac{1}{3}; \frac{4}{3}\right)$ является точкой локального **минимума**.

3) Находим значение функции в точке локального минимума:

$$z(M_0) = \left(\frac{1}{3}\right)^2 + \frac{1}{3} \cdot \frac{4}{3} + \left(\frac{4}{3}\right)^2 - \frac{2}{3} - \frac{12}{3} = -\frac{7}{3}. \otimes$$

Пример 4.2.4. Исследовать на экстремуму функцию, заданную формулой:

$$z(x, y) = x^2 + y^2 + \frac{(x + 2y - 16)^2}{2}.$$

Р е ш е н и е. 1) Находим критические точки:

$$\begin{cases} z'_x = 0, \\ z'_y = 0, \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 3x + 2y = 16, \\ x + 3y = 16. \end{cases}$$

Эта СЛАУ имеет решение:

$$\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 16/7 \\ 32/7 \end{pmatrix}.$$

Таким образом, имеем одну критическую точку $M_0\left(\frac{16}{7}; \frac{32}{7}\right)$.

2) Вычисляем определитель:

$$D = \begin{vmatrix} \frac{\partial^2 z}{\partial x^2}(M_0) & \frac{\partial^2 z}{\partial x \partial y}(M_0) \\ \frac{\partial^2 z}{\partial x \partial y}(M_0) & \frac{\partial^2 z}{\partial y^2}(M_0) \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 3 & 2 \\ 2 & 6 \end{vmatrix} = 14 > 0.$$

Точка $M_0\left(\frac{16}{7}; \frac{32}{7}\right)$ является точкой локального экстремума. Так как

$$\frac{\partial^2 z}{\partial x^2}(M_0) > 0,$$

то точка $M_0\left(\frac{16}{7}; \frac{32}{7}\right)$ является точкой локального минимума.

3) Находим значение функции в точке локального минимума:

$$z(M_0) \approx 36,6. \otimes$$

Практическое занятие 3. Числовые ряды

Предварительные сведения

Пусть $(a_k) = a_1, a_2, a_3, \dots, a_k, \dots$ – некоторая последовательность действительных чисел ($a_k \in R, k=1, 2, 3, \dots$). Сопоставим из элементов этой последовательности новую последовательность, определив её члены так:

$$\begin{aligned} s_1 &= a_1, \\ s_2 &= a_1 + a_2, \\ s_3 &= a_1 + a_2 + a_3, \\ &\dots\dots\dots, \\ s_n &= a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n, \\ &\dots\dots\dots \end{aligned}$$

Формула для общего члена получившейся последовательности имеет, очевидно, вид

$$s_n = \sum_{k=1}^n a_k \quad (n=1, 2, 3, \dots).$$

Последовательность (s_n) определяет **числовой ряд**

$$a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n + a_{n+1} + \dots \stackrel{\text{def}}{=} \sum_{k=1}^{\infty} a_k$$

и называется последовательностью частичных сумм числового ряда.

Бесконечный ряд $\sum_{k=1}^{\infty} a_k$ называется **сходящимся (расходящимся)**, если сходится (расходится) последовательность его частичных сумм. Если ряд сходится, то его **суммой** называется число

$$S \stackrel{\text{def}}{=} \lim_{n \rightarrow \infty} s_n = \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^n a_k.$$

Необходимое условие сходимости числового ряда даётся следующей теоремой.

Последовательность (a_k) членов сходящегося числового ряда сходится к нулю.

Геометрическая прогрессия $\sum_{k=1}^{\infty} q^{k-1}$ при $|q| < 1$ сходится к

$$S = \frac{1}{1-q},$$

а при $|q| \geq 1$ расходится.

Гармонический ряд $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n}$ расходится.

Пусть $\sum_{k=1}^{\infty} a_k$ и $\sum_{k=1}^{\infty} b_k$ – два ряда с положительными членами.

Если для почти всех k выполняется неравенство $a_k \leq b_k$, то ряд $\sum_{k=1}^{\infty} a_k$

называется **минорантой** ряда $\sum_{k=1}^{\infty} b_k$, а ряд $\sum_{k=1}^{\infty} b_k$ – **мажорантой** ряда $\sum_{k=1}^{\infty} a_k$.

Признак сравнения. Каждая миноранта сходящегося ряда сходится, а каждая мажоранта расходящегося ряда расходится.

Признак Даламбера. Пусть $\sum_{k=1}^{\infty} a_k$ – ряд с положительными членами. Если существует та-

кое число $q \in (0, 1)$, что для почти всех номеров k выполняется неравенство $\frac{a_{k+1}}{a_k} \leq q$, то ряд

сходится. Если же для почти всех k выполняется неравенство $\frac{a_{k+1}}{a_k} > 1$, то ряд расходится.

Ряд вида

$$\sum_{k=1}^{\infty} (-1)^{k+1} a_k,$$

где (a_k) – последовательность положительных чисел, называется **знакопеременным рядом**.

Знакопеременный ряд

$$\sum_{k=1}^{\infty} (-1)^{k+1} a_k$$

сходится в том и только в том случае, если последовательность из абсолютных величин его членов монотонно убывает и сходится к нулю.

Примеры с решением

Пример 4.3.1. Найти сумму ряда

$$\frac{1}{1 \cdot 2} + \frac{1}{2 \cdot 3} + \frac{1}{3 \cdot 4} + \dots + \frac{1}{n \cdot (n+1)} + \dots$$

Решение. Общий член ряда равен

$$a_n = \frac{1}{n \cdot (n+1)} = \frac{1}{n} - \frac{1}{n+1}.$$

Следовательно, для последовательности частичных сумм ряда имеем

$$s_n = \left(\frac{1}{1} - \frac{1}{2}\right) + \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{3}\right) + \left(\frac{1}{3} - \frac{1}{4}\right) + \dots + \left(\frac{1}{n} - \frac{1}{n+1}\right) \dots = 1 - \frac{1}{n+1}.$$

Сумма ряда находится путём непосредственного предельного перехода:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} s_n = \lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 - \frac{1}{n+1}\right) = 1. \otimes$$

Пример 4.3.2. Найти сумму ряда $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{4n^2 - 1}$.

Р е ш е н и е. Общий член ряда можно представить в виде:

$$a_n = \frac{1}{4n^2 - 1} = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{1}{2n-1} - \frac{1}{2n+1} \right).$$

Записывая общий член последовательности частичных сумм ряда в виде

$$s_n = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{1}{1} - \frac{1}{3} \right) + \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{1}{3} - \frac{1}{5} \right) + \dots + \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{1}{2n-1} - \frac{1}{2n+1} \right) = \frac{1}{2} - \frac{1}{2(2n+1)}$$

и переходя непосредственно к пределу, получаем:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} s_n = \lim_{n \rightarrow \infty} \left[\frac{1}{2} - \frac{1}{2(2n+1)} \right] = \frac{1}{2}. \otimes$$

Пример 4.3.3. Найти сумму ряда

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2^{n-1}} = 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \dots + \frac{1}{2^{n-1}} + \dots$$

Р е ш е н и е. Имеем геометрическую прогрессию, которая в силу неравенства $q = \frac{1}{2} < 1$

сходится и имеет сумму

$$S = \frac{1}{1-q} = 2. \otimes$$

Пример 4.3.4. Проверить выполнение необходимого признака сходимости для ряда

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2n-1}.$$

Решение. Вычисляя предел последовательности членов ряда, имеем

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{2n-1} = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\frac{1}{n}}{2 - \frac{1}{n}} = \frac{0}{2} = 0.$$

Необходимый признак сходимости выполняется. $\otimes$

Пример 4.3.5. Проверить выполнение необходимого признака сходимости для ряда

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{n}{n^2 + 1}.$$

Решение. Вычисляя предел последовательности членов ряда, имеем

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n^2 + 1} = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\frac{1}{n^2}}{1 + \frac{1}{n^2}} = \frac{0}{1} = 0.$$

Необходимый признак сходимости выполняется. $\otimes$

Пример 4.3.6. Исследовать сходимость ряда $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{2^n}{1 + 2^{2n}}$.

Решение. Для почти всех n выполняется неравенство

$$\frac{2^n}{1 + 2^{2n}} < \frac{2^n}{2^{2n}} = \frac{1}{2^n}.$$

Следовательно, ряд $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{2^n}{1 + 2^{2n}}$ является минорантой ряда геометрической прогрессии $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2^n}$, ко-

торый сходится, так как $q = \frac{1}{2} < 1$.

Следовательно, ряд $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{2^n}{1 + 2^{2n}}$ по признаку сравнения сходится. $\otimes$

Пример 4.3.7. Исследовать на сходимость ряд $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sqrt{n^3+1}}{n^2(2+\sin n)}$.

Решение. Проверяем выполнение необходимого признака сходимости:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\sqrt{n^3+1}}{n^2(2+\sin n)} = 0.$$

Необходимый признак сходимости выполняется.

Общий член ряда удовлетворяет следующим условиям: $(\forall n \in N)$

$$-1 \leq \sin n \leq 1; 1 < 2 + \sin n < 3; \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sqrt{n^3+1}}{n^2(2+\sin n)} > 0.$$

Имеем ряд с положительными членами, для которого можно применить признак сравнения.

Предположим, что ряд сходится, и попробуем подтвердить это предположение. Для этого заметим, что

$$\sqrt{n^3+1} < 2n^{3/2}.$$

Поэтому имеем:

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sqrt{n^3+1}}{n^2(2+\sin n)} < \frac{2n^{3/2}}{n^2} = \frac{2}{n^{1/2}}.$$

Ряд $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{2}{n^{1/2}}$ является так называемым обобщённым гармоническим рядом $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{a}{n^{\alpha}}$, который при

$0 < \alpha < 1$ расходится. Поэтому предположение о сходимости исходного ряда подтвердить не удалось.

Предположим, что ряд расходится, и попробуем подтвердить это предположение. Для этого заметим, что

$$\sqrt{n^3+1} > \sqrt{n^3}.$$

Поэтому имеем:

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sqrt{n^3+1}}{n^2(2+\sin n)} \geq \frac{n^{3/2}}{3n^2} = \frac{1}{3n^{1/2}}.$$

Так как обобщённый гармонический ряд $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{3n^{1/2}}$ расходится, то и исходный ряд также расходится.

⊗

Пример 4.3.8. Выяснить вопрос о сходимости ряда $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sqrt{n}}{2^n}$.

Решение. Находя отношение $\frac{a_{n+1}}{a_n}$, получаем:

$$a_n = \frac{\sqrt{n}}{2^n}, a_{n+1} = \frac{\sqrt{n+1}}{2^{n+1}};$$

$$\frac{a_{n+1}}{a_n} = \frac{\sqrt{n+1} \cdot 2^n}{2^n \cdot 2 \cdot \sqrt{n}} = \frac{1}{2} \cdot \frac{\sqrt{n+1}}{\sqrt{n}} = \frac{1}{2} \cdot \sqrt{\frac{n+1}{n}} = \frac{1}{2} \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{n}}.$$

Очевидно, что для всех n выполняется неравенство $\frac{a_{n+1}}{a_n} < 1$. Поэтому ряд сходится по признаку

Даламбера. ⊗

Пример 4.3.9. Выяснить вопрос о сходимости ряда $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{n^n}{n!}$.

Решение. Находя отношение $\frac{a_{n+1}}{a_n}$, получаем:

$$a_n = \frac{n^n}{n!}, a_{n+1} = \frac{(n+1)^{n+1}}{(n+1)!};$$

$$\frac{a_{n+1}}{a_n} = \frac{(n+1)^{n+1} \cdot n!}{(n+1)! \cdot n^n} = \frac{(n+1)^n}{n^n} = \left(1 + \frac{1}{n}\right)^n.$$

Очевидно, что для всех n выполняется неравенство

$$\frac{a_{n+1}}{a_n} = \left(1 + \frac{1}{n}\right)^n > 1.$$

Поэтому ряд $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{n^n}{n!}$ по признаку Даламбера расходится. ⊗

Пример 4.3.10. Выяснить вопрос о сходимости знакочередующегося ряда

$$\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n-1} \frac{1}{n}.$$

Р е ш е н и е. Члены ряда по абсолютной величине монотонно убывают:

$$1 > \frac{1}{2} > \frac{1}{3} > \frac{1}{4} > \dots$$

Последовательность абсолютных величин членов ряда сходится к нулю:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} |a_n| = \lim_{n \rightarrow \infty} \left| (-1)^{n-1} \frac{1}{n} \right| = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} = 0.$$

Поэтому ряд $\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n-1} \frac{1}{n}$ по признаку Лейбница сходится. $\otimes$

Пример 4.3.11. Оценить ошибку, допускаемую при замене суммы ряда

$$\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n-1} \frac{1}{n}$$

суммой четырёх его первых членов.

Р е ш е н и е. Ряд сходится (см. предыдущую задачу). Ошибка, получающаяся при замене суммы ряда суммой четырёх его первых членов, меньше абсолютной величины пятого члена: $\Delta < 0,2$. $\otimes$

Пример 4.3.12. Выяснить вопрос о типе сходимости ряда $\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n-1} \frac{1}{n!}$.

Р е ш е н и е. Ряд сходится (см. задачу 8.11). Рассмотрим ряд, составленный из абсолютных величин членов данного ряда $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n!}$. Вычисляем отношение

$$\frac{a_{n+1}}{a_n} = \frac{n!}{(n+1)!} = \frac{1}{n+1}.$$

Для всех n , очевидно, имеет место неравенство

$$\frac{a_{n+1}}{a_n} = \frac{1}{n+1} < 1.$$

Поэтому ряд сходится абсолютно. $\otimes$

Пример 4.3.13. Выяснить вопрос о типе сходимости ряда $\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n-1} \frac{1}{\sqrt[3]{n}}$.

Решение. Ряд знакочередующийся, последовательность его членов монотонно убывает и сходится к нулю. Поэтому ряд сходится по признаку Лейбница.

Рассмотрим ряд, составленный из абсолютных величин его членов, то есть ряд $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{\sqrt[3]{n}}$. Сравнивая его с гармоническим рядом, замечаем, что для почти всех n (начиная с $n = 2$) каждый член этого ряда больше соответствующего члена гармонического ряда:

$$\frac{1}{\sqrt[3]{n}} > \frac{1}{n}.$$

Так как гармонический ряд расходится, то по признаку сравнения расходится и ряд $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{\sqrt[3]{n}}$.

Поэтому ряд $\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n-1} \frac{1}{\sqrt[3]{n}}$ не является абсолютно сходящимся, то есть сходится условно. $\otimes$

Практическое занятие 4. Функциональные и степенные ряды

Предварительные сведения

Последовательность функций (f_n) называется сходящейся на множестве M **поточечно** (или **в обычном смысле**), если для **каждой точки** $x_0 \in M$ сходится числовая последовательность $(f_n(x_0))$.

Предельной функцией, или **пределом** $f = \lim_{n \rightarrow \infty} f_n$ сходящейся поточечно последовательности функций (f_n) , называется функция f , определённая на множестве M условием: $(\forall x_0 \in M) f(x_0) = \lim_{n \rightarrow \infty} f_n(x_0)$.

Таким образом, для поточечно сходящейся функциональной последовательности неравенство $|f_n(x) - f(x)| < \varepsilon$ выполняется для каждой точки $(\forall x_0 \in M)$ и для своего ε , то есть $n_0 = n_0(\varepsilon, x_0)$.

Функциональная последовательность (f_n) называется **равномерно сходящейся на множестве M к предельной функции f** , если для произвольного положительного числа ε и для

любой точки $x \in M$ найдётся такой номер n_0 , что для всех $n \geq n_0$ выполняется условие $|f_n(x) - f(x)| < \varepsilon$.

Таким образом, для равномерно сходящейся на множестве M функциональной последовательности неравенство

$$|f_n(x) - f(x)| < \varepsilon$$

выполняется одновременно для всех $x \in M$ и, следовательно, $n_0 = n_0(\varepsilon)$.

Функциональный ряд $\sum_{k=1}^{\infty} f_k$, $f_k : M \rightarrow f_k(M)$ называется **сходящимся на множестве M поточечно или в обычном смысле**, если на этом множестве поточечно сходится последовательность его частичных сумм

$$(s_n) = \left(\sum_{k=1}^n f_k \right).$$

Функция $f = \lim_{n \rightarrow \infty} s_n$ называется **суммой ряда** $\sum_{k=1}^{\infty} f_k$, и при этом пишут

$$f = \sum_{k=1}^{\infty} f_k.$$

Функциональный ряд $\sum_{k=1}^{\infty} f_k$ называется **равномерно сходящимся на множестве**

$M \subset R^1$, если на M равномерно сходится последовательность его частичных сумм

$$(s_n) = \left(\sum_{k=1}^n f_k \right).$$

Пусть $\sum_{k=1}^{\infty} a_k$ – сходящийся числовой ряд с неотрицательными членами, и пусть $\sum_{k=1}^{\infty} f_k$, где $f_k : M \rightarrow f_k(M)$ – функциональный ряд. Тогда если $|f_k(x)| \leq a_k$ для всех точек $x \in M$ и для почти всех номеров $k \in N$, то ряд $\sum_{k=1}^{\infty} f_k$ сходится на множестве M абсолютно и равномерно.

Функциональный ряд вида $\sum_{k=0}^{\infty} a_k (x - x_0)^k$ называется **степенным рядом с центром в**

точке x_0 . Числа a_k называются **коэффициентами** степенного ряда.

Первая теорема Абеля. Если степенной ряд

$$\sum_{k=0}^{\infty} a_k (x - x_0)^k = a_0 + a_1(x - x_0) + a_2(x - x_0)^2 + \dots$$

сходится в некоторой точке X_1 , то он сходится абсолютно и равномерно во всякой точке X , удовлетворяющей условию $|X - X_0| < |X_1 - X_0|$.

Кроме этого, для каждой такой точки X существуют такие числа $S > 0$, $0 < q < 1$, что для всех номеров k справедливо неравенство

$$|a_k| \cdot |X - X_0|^k \leq Sq^k.$$

Причём, если $X \neq X_0$, $X_1 \neq X_0$ то $q = \frac{|X - X_0|}{|X_1 - X_0|}$, а число S от X не зависит.

Вторая теорема Абеля. Если степенной ряд

$$\sum_{k=0}^{\infty} a_k (X - X_0)^k = a_0 + a_1 (X - X_0) + a_2 (X - X_0)^2 + \dots$$

в точке X_1 не сходится абсолютно (например, расходится), то он расходится в каждой точке X , удовлетворяющей условию

$$|X - X_0| > |X_1 - X_0|.$$

Число

$$r = \lim_{k \rightarrow \infty} \left| \frac{a_k}{a_{k+1}} \right|$$

называется **радиусом сходимости**, а открытое множество $M_r = \{X : |X - X_0| < r\}$ – **множеством (интервалом) сходимости степенного ряда** $\sum_{k=0}^{\infty} a_k (X - X_0)^k$.

Примеры с решением

Пример 4.4.1. Исследовать сходимость функционального ряда

$$\frac{4-x}{7x+2} + \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{4-x}{7x+2} \right)^2 + \frac{1}{5} \cdot \left(\frac{4-x}{7x+2} \right)^3 + \dots + \frac{1}{2n-1} \cdot \left(\frac{4-x}{7x+2} \right)^n + \dots$$

в точках $X_1 = 0$ и $X_2 = 1$.

Решение. 1) В точке $X_1 = 0$ имеем

$$2 + \frac{1}{3} \cdot 2^2 + \frac{1}{5} \cdot 2^3 + \dots + \frac{1}{2n-1} \cdot 2^n + \dots$$

Это ряд с положительными членами. Применим признак Даламбера:

$$u_n = \frac{2^n}{2n-1}; u_{n+1} = \frac{2^{n+1}}{2n+1};$$

$$\frac{u_{n+1}}{u_n} = \frac{2^{n+1}}{2n+1} \cdot \frac{2n-1}{2^n} = 2 \cdot \frac{2n-1}{2n+1} = 2 \cdot \frac{2n+1-2}{2n+1} = 2 \cdot \left(1 - \frac{2}{2n+1}\right) > 1.$$

Поэтому в точке $x_1 = 0$ ряд расходится.

2) В точке $x_2 = 1$ имеем

$$\frac{1}{3} + \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{3^2} + \frac{1}{5} \cdot \frac{1}{3^3} + \dots + \frac{1}{2n-1} \cdot \frac{1}{3^n} + \dots$$

Применяем признак Даламбера:

$$u_n = \frac{1}{3^n \cdot (2n-1)}; u_{n+1} = \frac{1}{(2n+1) \cdot 3^{n+1}};$$

$$\frac{u_{n+1}}{u_n} = \frac{(2n-1) \cdot 3^n}{(2n+1) \cdot 3^{n+1}} = \frac{1}{3} \cdot \frac{2n-1}{2n+1} = \frac{1}{3} \cdot \frac{2n+1-2}{2n+1} = \frac{1}{3} \cdot \left(1 - \frac{2}{2n+1}\right) < 1.$$

Поэтому в точке $x_2 = 1$ ряд сходится. $\otimes$

Пример 4.4.2. Найти промежуток сходимости и сумму ряда

$$1 + e^{-x} + e^{-2x} + \dots + e^{-(n-1)x} + \dots$$

Решение. В точке $x = 0$ не выполняется необходимый признак сходимости и ряд, очевидно, расходится. Рассмотрим промежутки $(-\infty, 0)$ и $(0, \infty)$.

1) На промежутке $(-\infty, 0)$ имеем:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} u_n = \lim_{n \rightarrow \infty} e^{-(n-1)x} = \lim_{n \rightarrow \infty} e^{(n-1)(-x)} = \{-x = t\} = \lim_{n \rightarrow \infty} e^{(n-1)t},$$

где $t \in (0, \infty)$. Поэтому $\lim_{n \rightarrow \infty} u_n = \lim_{n \rightarrow \infty} e^{(n-1)t} \neq 0$. Снова не выполняется необходимый при-

знак сходимости. Ряд на промежутке $(-\infty, 0)$ расходится.

2) На промежутке $(0, \infty)$ выполняется необходимый признак сходимости. Далее имеем:

$$\frac{u_{n+1}}{u_n} = \frac{e^{-nx}}{e^{-(n-1)x}} = \frac{e^{(n-1)x}}{e^{nx}} = e^{-x} = \frac{1}{e^x}.$$

На $(0, \infty)$ всегда $\frac{1}{e^x} < 1$. Поэтому ряд сходится.

Перепишем ряд в виде:

$$1 + \frac{1}{e^x} + \left(\frac{1}{e^x}\right)^2 + \dots + \left(\frac{1}{e^x}\right)^n + \dots$$

Имеем геометрическую прогрессию со знаменателем $q = \frac{1}{e^x} < 1$. Поэтому сумма ряда равна

$$S = \frac{1}{1-q} = \frac{1}{1-\frac{1}{e^x}} = \frac{e^x}{e^x-1}. \quad \otimes$$

Пример 4.4.3. Исследовать сходимость степенного ряда

$$x + \frac{1}{2}x^2 + \frac{1}{3}x^3 + \dots + \frac{1}{n}x^n + \dots$$

Решение. Здесь

$$a_n = \frac{1}{n}, \quad a_{n+1} = \frac{1}{n+1}.$$

Радиус сходимости

$$R = \lim_{n \rightarrow \infty} \left| \frac{a_n}{a_{n+1}} \right| = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n+1}{n} = 1.$$

Ряд сходится в промежутке $-1 < x < 1$.

Если $x = 1$, имеем гармонический ряд $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n}$, который расходится.

Если $x = -1$, то получаем ряд

$$-1 + \frac{1}{2} - \frac{1}{3} + \frac{1}{4} - \dots$$

Это ряд Лейбница и, следовательно, он сходится.

Таким образом, областью сходимости данного ряда является промежуток $x \in [-1, 1)$, который можно задать двойным неравенством $-1 \leq x < 1$. $\otimes$

Пример 4.4.4. Исследовать сходимость ряда

$$(x-2) + \frac{1}{2^2}(x-2)^2 + \frac{1}{3^2}(x-2)^3 + \dots + \frac{1}{n^2}(x-2)^n + \dots$$

Решение. Коэффициенты ряда выражаются формулами:

$$a_n = \frac{1}{n^2}; a_{n+1} = \frac{1}{(n+1)^2}.$$

Поэтому радиус сходимости

$$r = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{(n+1)^2}{n^2} = \lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{n}\right)^2 = \lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{2}{n} + \frac{1}{n^2}\right) = 1.$$

Таким образом, ряд сходится, если

$$-1 < x - 2 < 1 \Rightarrow 1 < x < 3.$$

На левом конце промежутка сходимости $x = 1$ имеем ряд

$$-1 + \frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} + \frac{1}{4^2} - \dots$$

Это знакочередующийся ряд Лейбница, который сходится, так как сходится ряд из абсолютных величин его членов.

На правом конце промежутка сходимости $x = 3$ имеем ряд

$$1 + \frac{1}{2^2} + \frac{1}{3^2} + \frac{1}{4^2} + \dots$$

Этот ряд сходится, так как при $p > 1$ сходится ряд

$$1 + \frac{1}{2^p} + \frac{1}{3^p} + \frac{1}{4^p} + \dots,$$

что является табличным фактом.

Степенной ряд сходится для значений x , удовлетворяющих двойному неравенству $1 \leq x \leq 3$. $\otimes$

Пример 4.4.5. Исследовать сходимость ряда

$$1!(x-5) + 2!(x-5)^2 + 3!(x-5)^3 + \dots + n!(x-5)^n + \dots$$

Решение. Коэффициенты ряда

$$a_n = n!; a_{n+1} = (n+1)!.$$

Поэтому радиус сходимости

$$r = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n!}{(n+1)!} = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot \dots \cdot n}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot \dots \cdot n \cdot (n+1)} = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n+1} = 0.$$

Ряд сходится только при $x - 5 = 0$, то есть в точке $x = 5$. $\otimes$

Пример 4.4.6. Показать, что ряд $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n \cdot n}{x^4 + n^2}$ сходится равномерно на промежутке $(-\infty, \infty)$.

Решение. Выпишем несколько первых членов ряда:

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n \cdot n}{x^4 + n^2} = -\frac{1}{x^4 + 1^2} + \frac{2}{x^4 + 2^2} - \frac{3}{x^4 + 3^2} + \dots$$

Имеем знакочередующийся ряд, причём

$$|u_1| = \frac{1}{x^4 + 1} > |u_2| = \frac{2}{x^4 + 4} > |u_3| = \frac{3}{x^4 + 9} > \dots$$

Применим признак Лейбница:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \left| \frac{(-1)^n \cdot n}{x^4 + n^2} \right| = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\frac{1}{n}}{\left(\frac{x^2}{n} \right)^2 + 1} = 0.$$

Ряд сходится для любых $x \in (-\infty, \infty)$.

Для остатка ряда имеем

$$|r_n| = \left| \sum_{n=m+1}^{\infty} \frac{(-1)^n \cdot n}{x^4 + n^2} \right| < |u_{m+1}| = \left| \frac{(-1)^{(m+1)} \cdot (m+1)}{x^4 + (m+1)^2} \right| < \frac{1}{m+1},$$

так как $x^4 > 0$. Рассмотрим неравенство $\frac{1}{m+1} < \varepsilon$. Из этого неравенства получаем

$m > \frac{1}{\varepsilon} - 1$. Если теперь мы выберем $m_0 = \left[\frac{1}{\varepsilon} - 1 \right] + 1$, то $(\forall m \geq m_0)$ получаем

$|r_m| < \frac{1}{m+1} < \varepsilon$. Таким образом, ряд сходится на $(-\infty, \infty)$ независимо от x , то есть равномерно по $x \in (-\infty, \infty)$. $\otimes$

Ряд

$$f(x) = f(x_0) + \frac{1}{1!} \frac{df}{dx}(x_0)(x - x_0) + \frac{1}{2!} \frac{d^2 f}{dx^2}(x_0)(x - x_0)^2 + \dots +$$

$$\dots + \frac{1}{n!} \frac{d^n f}{dx^n}(x_0)(x-x_0)^n + \dots = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{d^k f}{dx^k}(x_0) \frac{(x-x_0)^k}{k!}$$

для бесконечно дифференцируемой функции $f: M \rightarrow f(M)$, вне зависимости от его сходимости и суммы, называется **рядом Тейлора** для этой функции. При $x_0 = 0$ ряд называется **рядом Маклорена**.

Пример 4.4.7. Разложить функцию

$$f(x) = \frac{3}{2-x-x^2}$$

по степеням x ($x_0 = 0$) в ряд Тейлора.

Решение. Данную функцию разложим на элементарные дроби:

$$f(x) = \frac{3}{2-x-x^2} = \frac{1}{1-x} + \frac{1}{x+2}.$$

Теперь можно использовать готовое табличное разложение

$$\frac{1}{1-t} = 1 + t + t^2 + t^3 + \dots = \sum_{n=0}^{\infty} t^n, \quad t \in (-1, 1).$$

Применяя это разложение, получаем:

$$\frac{1}{1-x} = 1 + x + x^2 + x^3 + \dots = \sum_{n=0}^{\infty} x^n;$$

$$\frac{1}{x+2} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{1+\frac{x}{2}} = \frac{1}{2} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n x^n}{2^n} = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n x^n}{2^{n+1}}, \quad x \in (-2, 2).$$

Получаем разложение для исходной функции:

$$f(x) = \frac{3}{2-x-x^2} = \sum_{n=0}^{\infty} \left(1 + \frac{(-1)^n}{2^{n+1}} \right) x^n.$$

Область сходимости данного ряда – пересечение указанных областей сходимости:

$$M = (-1, 1) \cap (-2, 2) = (-1, 1). \quad \otimes$$

Пример 4.4.8. Разложить в ряд Маклорена функцию, определённую формулой

$$f(x) = \sin^2 x.$$

Решение. Вычисляем производные данной функции:

$$f^{(0)}(x) = \sin^2 x;$$

$$f^{(1)}(x) = 2 \cdot \sin x \cdot \cos x = \sin 2x;$$

$$f^{(2)}(x) = 2 \cdot \cos 2x = 2 \cdot \sin\left(2x + \frac{\pi}{2}\right);$$

$$f^{(3)}(x) = -4 \cdot \sin 2x = 2^2 \cdot \sin\left(2x + 2 \frac{\pi}{2}\right);$$

$$f^{(4)}(x) = -8 \cdot \cos 2x = 2^3 \cdot \sin\left(2x + 3 \frac{\pi}{2}\right);$$

.....;

$$f^{(n)}(x) = 2^{n-1} \cdot \sin\left[2x + (n-1) \cdot \frac{\pi}{2}\right];$$

$$f^{(n+1)}(x) = 2^n \cdot \sin\left[2x + n \cdot \frac{\pi}{2}\right];$$

.....

Вычисляем производные в точке $x = 0$:

$$f^{(0)}(0) = 0;$$

$$f^{(1)}(0) = 0;$$

$$f^{(2)}(0) = 2;$$

$$f^{(3)}(0) = 0;$$

$$f^{(4)}(0) = 2^3;$$

$$f^{(5)}(0) = 0;$$

$$f^{(6)}(0) = 2^5;$$

.....

Остаточный член в форме Лагранжа имеет вид

$$r_n = \frac{f^{(n+1)}(\xi)}{(n+1)!} \cdot x^{n+1} = \frac{2^n \cdot \sin\left(2 \cdot \xi + \frac{n \cdot \pi}{2}\right)}{(n+1)!} \cdot x^{n+1} =$$

$$= \frac{1}{2} \cdot \frac{(2 \cdot x)^{n+1}}{(n+1)!} \cdot \sin\left(2 \cdot \xi + \frac{n \cdot \pi}{2}\right).$$

Так как

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{(2 \cdot x)^{n+1}}{(n+1)!} = 0, \left| \sin\left(2 \cdot \xi + \frac{n \cdot \pi}{2}\right) \right| \leq 1,$$

получаем $\lim_{n \rightarrow \infty} r_n = 0$. Поэтому функция $f(x) = \sin^2 x$ может быть разложена в ряд Маклорена

$$\sin^2 x = \frac{2}{2!} \cdot x^2 - \frac{2^3}{4!} \cdot x^4 + \frac{2^5}{6!} \cdot x^6 - \frac{2^7}{8!} \cdot x^8 + \dots$$

на любом промежутке $[-b, b]$. $\otimes$

Задания для самостоятельной работы

1. Найти частные производные первого порядка функций, заданных формулами:

$$1) u(x, y) = x^3 \sin y + y^4; \quad 2) u(x, y) = x^2 \sqrt{\frac{x+y}{x-y}}.$$

2. Найти частные производные в заданных точках:

$$1) u(x, y) = \frac{1-xy}{1+xy}, \quad A(0; 1);$$

$$2) u(x, y) = x\sqrt{y} + \frac{y}{\sqrt[3]{x}}, \quad A(1; 1);$$

$$3) u(x, y) = \ln \sqrt{x^2 + y^2}, \quad A(\sqrt{2}; 1).$$

3. Найти полные дифференциалы следующих функций:

$$1) u = \frac{x}{\sqrt{x^2 + y^2}}; \quad 2) u = \ln(x_1 + \sqrt{x_1^2 + x_2^2});$$

3) $u = \ln \sin(x_1 - 2x_2)$; 4) $u = x^2 y z^4$; 5) $u = \ln(x^3 - y^3 + 2z^3)$.

4. Пусть функция задана формулой $f(x, y) = x^2 \sin^2 y$. Вычислить $df(x_0, y_0)$ в точке $(x_0, y_0) = \left(-1; \frac{\pi}{4}\right)$.

5. Вычислить значения полных дифференциалов функций, заданных формулами:

1) $u = \frac{x_2}{x_2 - x_1}$, $x_1 = 1$, $x_2 = 2$, $dx_1 = \frac{1}{2}$, $dx_2 = -\frac{1}{3}$;

2) $u = \frac{z}{\sqrt{x^2 + y^2}}$,

$x = 3$, $y = 4$, $z = 5$, $dx = -0,1$, $dy = 0,3$, $dz = 0,2$.

6. Вычислить приближённое значение выражения $(1,02)^3 \cdot (0,97)^2$.

7. Найти $\frac{du}{dt}$, если $u = e^{x-3y}$, $x = \sin t$, $y = t^2$.

8. Найти $\frac{\partial f}{\partial u}$, $\frac{\partial f}{\partial v}$, если $f = \ln(x^2 + y^2)$, $x = uv$, $y = \frac{u}{v}$.

9. Функция задана уравнением $e^u = \cos x \cos y$. Найти $\frac{\partial u}{\partial x}$ и $\frac{\partial u}{\partial y}$.

28. Найти производную функции

$$u = x^2 + y^2 - 3x + 2y$$

по направлению радиус-вектора точки $M(3; 4)$ в начале координат.

29. Найти производную функции, определённой формулой

$$u = \frac{x_1 x_2 x_3}{3},$$

в точке $M_0(1; 2; 3)$ по направлению вектора $\vec{M_0 M}$, если $M(4; 1; 6)$.

30. Исследовать на экстремум функцию, заданную формулой:

$$f(x, y) = 3x_1 + 6x_2 - x_1^2 - x_1 x_2 - x_2^2.$$

31. Исследовать на экстремум функцию, заданную формулой:

$$f(x, y) = e^{\frac{x}{2}}(x + y^2).$$

32^{*)}. Исследовать на экстремум функцию, заданную формулой

$$z = x^2 + y^2$$

при условии, что $\frac{x}{4} + \frac{y}{3} = 1$.

33^{*)}. Найти наибольшее и наименьшее значения функции, заданной формулой

$$f(x, y) = xy$$

в круге $x^2 + y^2 \leq 1$.

34. Выяснить вопрос о сходимости и найти суммы рядов:

$$1) 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{2^2} + \frac{1}{2^3} + \dots; 2) 1 - \frac{1}{3} + \frac{1}{9} - \frac{1}{27} + \dots;$$

$$3) 1 + \frac{1}{\sqrt[3]{2}} + \frac{1}{\sqrt[3]{4}} + \frac{1}{\sqrt[3]{8}} + \dots; 4) \sum_{n=1}^{\infty} \frac{6}{n^2 + 5n + 6};$$

$$5) \sum_{n=1}^{\infty} \frac{3}{n^2 - 5n + 6}; 6) \sum_{n=1}^{\infty} \frac{30}{25n^2 + 5n - 6};$$

$$7) \sum_{n=1}^{\infty} \frac{90}{4n^2 + 8n - 5}; 8) \sum_{n=1}^{\infty} \frac{18}{n^2 + 3n}; 9) \sum_{n=1}^{\infty} \frac{3}{9n^2 - 3n - 2};$$

$$10) \sum_{n=1}^{\infty} \frac{4}{4n^2 - 1}; 11) \sum_{n=1}^{\infty} \frac{16}{16n^2 - 8n - 3}; 12) \sum_{n=1}^{\infty} \frac{60}{(2n+1)(2n+3)(2n+5)}.$$

35. Проверить, выполнение необходимого признака сходимости для рядов:

$$1) \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2n-1}; 2) \sum_{n=1}^{\infty} \frac{n+1}{2n+1};$$

$$3) \sum_{n=1}^{\infty} \frac{n}{n^2 + 1}; 4) \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sqrt{n^3 + 1}}{n^2(2 + \sin n)};$$

$$5) \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(4-n)^3 - (2-n)^3}{(1-n)^2 - (2+n)^4}; 6) \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(3-n)^3 - (2-n)^3}{(1-n)^3 - (1+n)^3}.$$

36. Исследовать сходимость ряда, используя признак сравнения:

$$1) \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2^n}{1+2^{2n}}; 2) \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2^n}{n \cdot (1+2^n)};$$

$$3) \sum_{n=1}^{\infty} \frac{4-2\sin n}{n-\ln n}; 4) \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2+\cos n}{n^2+3};$$

$$5) \sum_{n=1}^{\infty} \frac{n^2 \ln n}{n^3-2}; 6) \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\ln n}{\sqrt[4]{n^9}};$$

$$7) \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\ln n}{\sqrt[3]{n+3}}; 8) \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\cos^2 n}{n^2+1};$$

$$9) \sum_{n=1}^{\infty} \ln \frac{n^3+6}{n^3+5}; 10) \sum_{n=1}^{\infty} n \ln \frac{n^4+3}{n^4+2};$$

$$11) \sum_{n=1}^{\infty} n \ln \frac{3^n+n}{7^n+2n}; 12) \sum_{n=1}^{\infty} n^2 \left(e^{\frac{1}{2n^3}} - 1 \right).$$

37. Исследовать сходимость ряда, используя признак Даламбера:

$$1) \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n!}; 2) \sum_{n=1}^{\infty} \frac{5^n}{n^5}; 3) \sum_{n=1}^{\infty} \frac{5^n}{(n!)^3};$$

$$4) \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(3n+2)!}{2^n(2n+5)!}; 5) \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2^n(n^5-1)}{n!}; 6) \sum_{n=1}^{\infty} \frac{5^n n!}{(2n)!};$$

$$7) \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2^n n!}{(2n)!}; 8) \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2^n n!}{n^n}.$$

38. Исследовать сходимость ряда, используя радикальный признак Коши:

$$1) \sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{3n^2 + 1}{2n^2 + 1} \right)^{n^2}; 2) \sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{2n^3 + n}{3n^3 - 1} \right)^{n^2};$$

$$3) \sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{5n-3}{7n+1} \right)^{n^3}; 4) \sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{3n+1}{5n+3} \right)^n;$$

$$5) \sum_{n=1}^{\infty} \sqrt{n} \left(\frac{n}{2n+1} \right)^{2n}; 6) \sum_{n=1}^{\infty} \frac{n^2 3^n}{5^{n+1}}.$$

39. Исследовать сходимость знакопеременного ряда и выяснить тип сходимости (абсолютная или условная):

$$1) \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n-1} \frac{3n-2}{3n-1}; 2) \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n-1} \left(1 + \frac{n}{10^n} \right);$$

$$3) \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n-1} \frac{n+1}{n^2 + n + 1}.$$

40. Исследовать сходимость функциональных рядов в указанных точках:

$$1) \frac{3x+1}{x^2+x+1} + \left(\frac{3x+1}{x^2+x+1} \right)^2 + \dots + \left(\frac{3x+1}{x^2+x+1} \right)^n + \dots,$$

$$x=1, x=2, x=3;$$

$$2) \frac{1!}{1} (x^2 - 4x + 6) + \frac{2!}{2^2} (x^2 - 4x + 6)^2 + \dots + \frac{n!}{n^2} (x^2 - 4x + 6)^n + \dots,$$

$$x=1, x=2, x=3.$$

41. Найти область сходимости функционального ряда

$$1) \frac{1}{1+x^2} + \frac{1}{2^2(1+x^2)^2} + \dots + \frac{1}{n^2(1+x^2)^n} + \dots;$$

$$2) 1 + \frac{1}{2^x} + \frac{1}{3^x} + \dots + \frac{1}{n^x} + \dots; 3) \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2^n}{n(x^2 - 6x + 10)^n};$$

$$\begin{aligned}
& 4) \sum_{n=1}^{\infty} \frac{3^n}{n(x^2 - 5x + 9)^n}; \quad 5) \sum_{n=1}^{\infty} \frac{4^n}{n^2(x^2 + 3)^n}; \\
& 6) \sum_{n=1}^{\infty} \frac{5^n}{n(x^2 - 4x + 8)^n}; \quad 7) \sum_{n=1}^{\infty} \frac{6^n}{n^2(x^2 - 2x + 6)^n}; \\
& 8) \sum_{n=1}^{\infty} \frac{n^2}{(n + \sqrt{n})^x}.
\end{aligned}$$

42. Найти радиус и промежуток сходимости степенного ряда:

$$\begin{aligned}
& 1) \frac{x}{1!} + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^3}{3!} + \dots + \frac{x^n}{n!} + \dots; \\
& 2) 1 + \frac{x^3}{10} + \frac{x^6}{10^2} + \dots + \frac{x^{3(n-1)}}{10^{n-1}} + \dots; \\
& 3) 2x^5 + \frac{4x^{10}}{3} + \frac{8x^{15}}{5} + \dots + \frac{2^n x^{5n}}{2n-1} + \dots; \\
& 4) \sum_{n=1}^{\infty} \frac{x^{n(n-1)/2}}{n!}; \quad 5) \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(x-2)^n}{n \cdot 9^n}; \\
& 6) \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(x+5)^{2n}}{4^n}; \quad 7) \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(x+1)^n}{(n+1)2^n}; \\
& 8) \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sqrt{n}(x+3)^n}{n^2+1}; \quad 9) \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(x-3)^{2n-1}}{(2n^3+3n)4^n}; \\
& 10) \sum_{n=1}^{\infty} \frac{n(x+2)^n}{(n+1)^2 3^n}.
\end{aligned}$$

43. Разложить данную функцию в ряд Тейлора в окрестности данной точки, или в ряд Маклорена в окрестности нуля;

$$1) f(x) = \frac{x}{\sqrt{9+x^2}}; \quad 2) f(x) = \frac{x}{3+2x};$$

3) $f(x) = \sqrt[4]{16+x}$; 4) $f(x) = 2^x$;

5) $f(x) = \cos^2 x$; 6) $f(x) = e^{-x^2}$;

7) $f(x) = \frac{1}{x}$ по степеням $x-2$; 8) $f(x) = 3^x$;

9) $f(x) = e^{-2x}$; 10) $f(x) = \sqrt{x+2}$.

ЧАСТЬ 5. ТЕОРИЯ ПОЛЯ. ВЕКТОРНЫЙ АНАЛИЗ.

ОБЫКНОВЕННЫЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ

Практическое занятие 1. Базисные векторные поля

Предварительные сведения

Регулярной системой координат в области $D \subset E^n$ называется система гладких функций

$$\begin{cases} q^1 = q^1(x^1, x^2, \dots, x^n), \\ q^2 = q^2(x^1, x^2, \dots, x^n), \\ \dots, \\ q^n = q^n(x^1, x^2, \dots, x^n), \end{cases},$$

задающих взаимно однозначное (биективное) отображение области $G \subset R^n$ на область $D \subset E^n$, и удовлетворяющих условию

$$\begin{vmatrix} \frac{\partial q^1}{\partial x^1} & \dots & \frac{\partial q^1}{\partial x^n} \\ \dots & \dots & \dots \\ \frac{\partial q^n}{\partial x^1} & \dots & \frac{\partial q^n}{\partial x^n} \end{vmatrix} \neq 0, \quad \begin{vmatrix} \frac{\partial x^1}{\partial q^1} & \dots & \frac{\partial x^1}{\partial q^n} \\ \dots & \dots & \dots \\ \frac{\partial x^n}{\partial q^1} & \dots & \frac{\partial x^n}{\partial q^n} \end{vmatrix} \neq 0$$

во всех точках области D .

Если радиус-вектор является функцией декартовых координат, то есть

$$\vec{x} = \vec{x}(x^1, x^2, x^3) = x^1 \vec{e}_1 + x^2 \vec{e}_2 + x^3 \vec{e}_3,$$

то для дифференциала радиус-вектора имеем

$$d\vec{x} = \sum_{j=1}^3 \frac{\partial \vec{x}}{\partial x^j} dx^j = \frac{\partial \vec{x}}{\partial x^1} dx^1 + \frac{\partial \vec{x}}{\partial x^2} dx^2 + \frac{\partial \vec{x}}{\partial x^3} dx^3 \equiv dx^j \vec{e}_j.$$

Если радиус-вектор является функцией криволинейных координат, то есть

$$\begin{aligned} \vec{x} &= \vec{x}(q^1, q^2, q^3) = \\ &= x^1(q^1, q^2, q^3) \vec{e}_1 + x^2(q^1, q^2, q^3) \vec{e}_2 + x^3(q^1, q^2, q^3) \vec{e}_3, \end{aligned}$$

или в скалярной форме

$$\begin{cases} x^1 = x^1(q^1, q^2, q^3), \\ x^2 = x^2(q^1, q^2, q^3), \\ x^3 = x^3(q^1, q^2, q^3), \end{cases}$$

то для дифференциала радиус-вектора имеем

$$d\vec{x} = \sum_{j=1}^3 \frac{\partial \vec{x}}{\partial q^j} dq^j = \frac{\partial \vec{x}}{\partial q^1} dq^1 + \frac{\partial \vec{x}}{\partial q^2} dq^2 + \frac{\partial \vec{x}}{\partial q^3} dq^3 \equiv dq^j \vec{g}_j,$$

где по определению введены новые векторы

$$\vec{g}_j \stackrel{\text{def}}{=} \frac{\partial \vec{x}}{\partial q^j},$$

которые зависят от криволинейных координат и являются, следовательно, не векторами, а **векторными полями**.

→

Можно показать, что векторные поля $\vec{g}_k$ при выполнении приведённого выше условия регулярности отображения, образуют базис пространства E^3 . Эти поля называются **натуральными базисными векторными полями**.

Взаимные базисные векторные поля определяются по формуле

$$\vec{g}^i \stackrel{\text{def}}{=} \nabla q^i,$$

или формулами

$$\vec{g}^i \stackrel{\text{def}}{=} g^{ij} \vec{g}_j,$$

где g^{ij} – некоторая, пока произвольная невырожденная симметрическая матрица.

Полярные координаты $\{q^1; q^2\} \equiv \{r; \varphi\}$ на плоскости R^2 задаются отображением

$$\hat{F}^{-1} : R^2\{r; \varphi\} \rightarrow R^2\{x^1; x^2\},$$

которое в координатной форме записи имеет вид

$$\begin{cases} x^1 = r \cos \varphi, \\ x^2 = r \sin \varphi. \end{cases}$$

Координата r называется **полярным радиусом**, а координата φ – **полярным углом**. Якобиан этого преобразования равен:

$$\det \left(\frac{\partial(x^1, x^2)}{\partial(r, \varphi)} \right) = \begin{vmatrix} \frac{\partial x^1}{\partial r} & \frac{\partial x^1}{\partial \varphi} \\ \frac{\partial x^2}{\partial r} & \frac{\partial x^2}{\partial \varphi} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \cos \varphi & -r \sin \varphi \\ \sin \varphi & r \cos \varphi \end{vmatrix} = r.$$

Цилиндрические координаты в пространстве R^3 задаются отображением

$$\hat{F}^{-1} : R^3\{r; \varphi; h\} \rightarrow R^3\{x^1; x^2; x^3\},$$

которое в координатной форме записи имеет вид

$$\begin{cases} x^1 = r \cos \varphi, \\ x^2 = r \sin \varphi, \\ x^3 = h. \end{cases}$$

Здесь

$$D = \{ \{r; \varphi; h\} \in R_2^3 : 0 \leq r < +\infty, 0 \leq \varphi < 2\pi, -\infty < h < +\infty \}.$$

Якобиан преобразования

$$\det \left(\frac{\partial(x^1, x^2, x^3)}{\partial(r, \varphi, h)} \right) = \begin{vmatrix} \cos \varphi & -r \sin \varphi & 0 \\ \sin \varphi & r \cos \varphi & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} = r.$$

Сферические координаты в пространстве R^3 задаются отображением

$$\hat{F}^{-1} : R^3\{r, \varphi, \theta\} \rightarrow R^3\{x^1, x^2, x^3\},$$

которое в координатной форме записи имеет вид (рисунок 1.3)

$$\begin{cases} x^1 = r \sin \theta \cdot \cos \varphi, \\ x^2 = r \sin \theta \cdot \sin \varphi, \\ x^3 = r \cos \theta. \end{cases}$$

Здесь

$$D = \{ \{r, \varphi, \vartheta\} \in R_2^3 : 0 \leq r < +\infty, 0 \leq \varphi < 2\pi, 0 < \vartheta \leq \pi \}.$$

Якобиан преобразования (1.35)

$$\det \left(\frac{\partial(x^1, x^2, x^3)}{\partial(r, \varphi, \vartheta)} \right) = \begin{vmatrix} \sin \vartheta \cos \varphi & -r \sin \vartheta \sin \varphi & r \cos \vartheta \cos \varphi \\ \sin \vartheta \sin \varphi & r \sin \vartheta \cos \varphi & r \cos \vartheta \sin \varphi \\ \cos \vartheta & 0 & -r \sin \vartheta \end{vmatrix} =$$

$$= -r^2 \sin \vartheta.$$

Примеры с решением

Пример 5.1.1. Показать, что орты полярной системы координат связаны с ортами декартовой системы координат соотношениями

$$\vec{g}_{\langle r \rangle} = \cos \varphi \vec{e}_1 + \sin \varphi \vec{e}_2, \quad \vec{g}_{\langle \varphi \rangle} = -\sin \varphi \vec{e}_1 + \cos \varphi \vec{e}_2. \quad (1)$$

Решение. В полярной системе координат связь между старыми (декартовыми) и новыми (полярными) координатами даётся обратным отображением

$$x^1 = r \cos \varphi, \quad x^2 = r \sin \varphi. \quad (2)$$

Следовательно, для радиус-вектора получаем

$$\vec{r} = r \cos \varphi \cdot \vec{e}_1 + r \sin \varphi \cdot \vec{e}_2. \quad (3)$$

Воспользуемся формулами связи базисных векторных полей:

$$\vec{g}_j \stackrel{\text{def}}{=} \frac{\partial \vec{x}}{\partial q^j} = \frac{\partial \vec{x}}{\partial x^i} \frac{\partial x^i}{\partial q^j} = \frac{\partial x^i}{\partial q^j} \vec{e}_i = A_{\cdot j}^i \vec{e}_i. \quad (4)$$

Для базисного векторного поля $\vec{g}_r$ имеем:

$$\vec{g}_r = \frac{\partial \vec{r}}{\partial r} = \frac{\partial \vec{r}}{\partial x^i} \frac{\partial x^i}{\partial r} \equiv \frac{\partial \vec{r}}{\partial x^1} \frac{\partial x^1}{\partial r} + \frac{\partial \vec{r}}{\partial x^2} \frac{\partial x^2}{\partial r} =$$

$$= \frac{\partial}{\partial r} (r \cos \varphi) \cdot \vec{e}_1 + \frac{\partial}{\partial r} (r \sin \varphi) \cdot \vec{e}_2 = \cos \varphi \cdot \vec{e}_1 + \sin \varphi \cdot \vec{e}_2. \quad (5)$$

Для базисного векторного поля $\vec{g}_\varphi$ имеем:

$$\begin{aligned}
\vec{g}_\varphi &= \frac{\partial \vec{r}}{\partial \varphi} = \frac{\partial \vec{r}}{\partial x^i} \frac{\partial x^i}{\partial \varphi} \equiv \frac{\partial \vec{r}}{\partial x^1} \frac{\partial x^1}{\partial \varphi} + \frac{\partial \vec{r}}{\partial x^2} \frac{\partial x^2}{\partial \varphi} = \\
&= \frac{\partial}{\partial \varphi} (r \cos \varphi) \cdot \vec{e}_1 + \frac{\partial}{\partial \varphi} (r \sin \varphi) \cdot \vec{e}_2 = \\
&= -r \sin \varphi \cdot \vec{e}_1 + r \cos \varphi \cdot \vec{e}_2.
\end{aligned} \tag{6}$$

Так как

$$\left\| \vec{g}_r \right\| = \sqrt{\left(\vec{g}_r, \vec{g}_r \right)} = \sqrt{\cos^2 \varphi + \sin^2 \varphi} = 1,$$

то базисное векторное поле $\vec{g}_r$ нормировано и, следовательно, имеем

$$\vec{g}_{\langle r \rangle} \equiv \vec{g}_r = \cos \varphi \cdot \vec{e}_1 + \sin \varphi \cdot \vec{e}_2. \tag{7}$$

Векторное поле $\vec{g}_\varphi$ не нормировано, а его норма

$$\left\| \vec{g}_\varphi \right\| = \sqrt{\left(\vec{g}_\varphi, \vec{g}_\varphi \right)} = \sqrt{(-r \sin \varphi)^2 + (r \cos \varphi)^2} = r. \tag{8}$$

Орт векторного поля $\vec{g}_\varphi$ равен

$$\begin{aligned}
\vec{g}_{\langle \varphi \rangle} &= \frac{1}{\left\| \vec{g}_\varphi \right\|} \vec{g}_\varphi = \frac{1}{r} \left(-r \sin \varphi \cdot \vec{e}_1 + r \cos \varphi \cdot \vec{e}_2 \right) = \\
&= -\sin \varphi \cdot \vec{e}_1 + \cos \varphi \cdot \vec{e}_2.
\end{aligned} \tag{9}$$

Формулы (7) и (9) решают поставленную задачу. $\otimes$

Пример 5.1.2. В полярной системе координат закон движения точки задан уравнениями

$$x^1(t) = r(t) \cdot \cos \varphi(t), \quad x^2(t) = r(t) \cdot \sin \varphi(t), \tag{1}$$

где t – время. Найти скорость и ускорение точки в декартовых и полярных координатах.

Решение. Векторная параметризация движения имеет вид

$$\vec{r} = r \cos \varphi \cdot \vec{e}_1 + r \sin \varphi \cdot \vec{e}_2. \quad (2)$$

Вектор скорости

$$\begin{aligned} \vec{v} &= \frac{d\vec{r}}{dt} = \frac{d}{dt}(r \cos \varphi) \cdot \vec{e}_1 + \frac{d}{dt}(r \sin \varphi) \cdot \vec{e}_2 = \\ &= \left(\frac{dr}{dt} \cdot \cos \varphi + r \cdot \frac{d}{d\varphi}(\cos \varphi) \cdot \frac{d\varphi}{dt} \right) \cdot \vec{e}_1 + \\ &+ \left(\frac{dr}{dt} \cdot \sin \varphi + r \cdot \frac{d}{d\varphi}(\sin \varphi) \cdot \frac{d\varphi}{dt} \right) \cdot \vec{e}_2 = \\ &= \left(\frac{dr}{dt} \cdot \cos \varphi - r \cdot \sin \varphi \cdot \frac{d\varphi}{dt} \right) \cdot \vec{e}_1 + \left(\frac{dr}{dt} \cdot \sin \varphi + r \cdot \cos \varphi \cdot \frac{d\varphi}{dt} \right) \cdot \vec{e}_2. \end{aligned} \quad (3)$$

Найдём проекции вектора скорости на оси полярной системы координат. Для этого вычислим значения скалярных произведений вектора скорости и ортов полярной системы координат, найденных в предыдущей задаче (формулы (7) и (9)):

$$\begin{aligned} v_r &\equiv \text{Pr}_{\vec{e}_r} \vec{v} = \left(\vec{v}, \vec{g}_{\langle r \rangle} \right) = \\ &= \left(\frac{dr}{dt} \cos \varphi - r \frac{d\varphi}{dt} \sin \varphi \right) \cos \varphi + \left(\frac{dr}{dt} \sin \varphi + r \frac{d\varphi}{dt} \cos \varphi \right) \sin \varphi = \frac{dr}{dt}, \end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} v_\varphi &\equiv \text{Pr}_{\vec{e}_\varphi} \vec{v} = \left(\vec{v}, \vec{g}_{\langle \varphi \rangle} \right) = \\ &= \left(\frac{dr}{dt} \cos \varphi - r \frac{d\varphi}{dt} \sin \varphi \right) (-\sin \varphi) + \left(\frac{dr}{dt} \sin \varphi + r \frac{d\varphi}{dt} \cos \varphi \right) \cos \varphi = \\ &= r \frac{d\varphi}{dt}. \end{aligned} \quad (5)$$

Таким образом, вектор скорости в полярной системе координат имеет вид

$$\vec{v} = \frac{dr}{dt} \vec{g}_{\langle r \rangle} + r \frac{d\varphi}{dt} \vec{g}_{\langle \varphi \rangle}. \quad (6)$$

Найдём разложение вектора ускорения по ортам полярной системы координат. Для этого используем формулы (7) и (9) из предыдущей задачи и формулу (6) из этой задачи:

$$\vec{w} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d^2r}{dt^2} \vec{g}_{\langle r \rangle} + \frac{dr}{dt} \frac{d\vec{g}_{\langle r \rangle}}{dt} + \frac{dr}{dt} \frac{d\varphi}{dt} \vec{g}_{\langle \varphi \rangle} + r \frac{d^2\varphi}{dt^2} \vec{g}_{\langle \varphi \rangle} + r \frac{d\varphi}{dt} \frac{d\vec{g}_{\langle \varphi \rangle}}{dt};$$

$$\frac{d\vec{g}_{\langle r \rangle}}{dt} = -\sin\varphi \frac{d\varphi}{dt} \vec{e}_1 + \cos\varphi \frac{d\varphi}{dt} \vec{e}_2;$$

$$\frac{d\vec{g}_{\langle \varphi \rangle}}{dt} = -\cos\varphi \frac{d\varphi}{dt} \vec{e}_1 - \sin\varphi \frac{d\varphi}{dt} \vec{e}_2;$$

$$\begin{aligned} \vec{w} &= \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d^2r}{dt^2} \vec{g}_{\langle r \rangle} + \frac{dr}{dt} \left(-\sin\varphi \frac{d\varphi}{dt} \vec{e}_1 + \cos\varphi \frac{d\varphi}{dt} \vec{e}_2 \right) + \\ &+ \frac{dr}{dt} \frac{d\varphi}{dt} \vec{g}_{\langle \varphi \rangle} + r \frac{d^2\varphi}{dt^2} \vec{g}_{\langle \varphi \rangle} + \\ &+ r \frac{d\varphi}{dt} \left(-\cos\varphi \frac{d\varphi}{dt} \vec{e}_1 - \sin\varphi \frac{d\varphi}{dt} \vec{e}_2 \right) = \\ &= \left(\frac{d^2r}{dt^2} - r \left(\frac{d\varphi}{dt} \right)^2 \right) \vec{g}_{\langle r \rangle} + \left(r \frac{d^2\varphi}{dt^2} + 2 \frac{dr}{dt} \frac{d\varphi}{dt} \right) \vec{g}_{\langle \varphi \rangle}. \end{aligned}$$

Итак, в полярной системе координат для ускорения получаем следующее выражение:

$$\vec{w} = \left(\frac{d^2r}{dt^2} - r \left(\frac{d\varphi}{dt} \right)^2 \right) \vec{g}_{\langle r \rangle} + \left(r \frac{d^2\varphi}{dt^2} + 2 \frac{dr}{dt} \frac{d\varphi}{dt} \right) \vec{g}_{\langle \varphi \rangle}. \quad \otimes \quad (7)$$

Пример 5.1.3. Закон движения точки в полярных координатах имеет вид:

$$\begin{cases} r = t \cdot \sin 3t, \\ \varphi = t^3. \end{cases} \quad (1)$$

Найти скорость и ускорение точки в полярных и декартовых координатах в момент времени $t = 1 \text{ с}$. Радиус дан в метрах.

Р е ш е н и е. 1) Полярные координаты точки в заданный момент времени:

$$r(1) = \sin 3 = 0,141; \varphi(1) = 1.$$

2) Дифференцируя уравнения движения (1) по времени, получаем:

$$\begin{cases} \dot{r} = \sin 3t + 3t \cos 3t, \\ \dot{\varphi} = 3t^2. \end{cases} \quad (2)$$

При $t = 1 \text{ с}$ имеем:

$$\dot{r}(1) = -2,829, \dot{\varphi}(1) = 3.$$

3) По формулам (4) и (5) предыдущей задачи находим компоненты скорости в полярных координатах:

$$v_r(1) = \dot{r}(1) = -2,829 \frac{\text{м}}{\text{с}}; v_\varphi(1) = r(1) \cdot \dot{\varphi}(1) = 0,423 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

4) Норма скорости:

$$v(1) = \sqrt{v_r^2(1) + v_\varphi^2(1)} = 2,860 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

5) Дифференцируя формулы связи полярных и декартовых координат по времени, находим компоненты скорости в декартовых координатах:

$$v^1 = \dot{x}^1 = \dot{r} \cos \varphi - r \dot{\varphi} \sin \varphi = v_r \cos \varphi - v_\varphi \sin \varphi;$$

$$v^2 = \dot{x}^2 = \dot{r} \sin \varphi + r \dot{\varphi} \cos \varphi = v_r \sin \varphi + v_\varphi \cos \varphi.$$

В заданный момент времени имеем:

$$v^1(1) = -1,883 \frac{\text{м}}{\text{с}}; v^2(1) = -2,148 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Проверка правильности вычислений (норма вектора скорости в декартовых и полярных координатах должна быть одинаковой):

$$v = \sqrt{(v^1)^2 + (v^2)^2} = 2,85 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

6) Находим вторые производные, дифференцируя (2):

$$\ddot{r} = 6 \cos 3t - 9t \sin 3t; \quad \ddot{\varphi} = 6t.$$

При $t = 1$ имеем:

$$\ddot{r}(1) = -9,74; \quad \ddot{\varphi}(1) = 6.$$

7) Находим компоненты ускорения в полярных координатах:

$$w_r(1) = \ddot{r}(1) - r(1)\dot{\varphi}^2(1) = -11,01 \frac{M}{c^2};$$

$$w_\varphi(1) = r(1)\ddot{\varphi}(1) + 2\dot{r}(1)\dot{\varphi}(1) = -16,128 \frac{M}{c^2}.$$

8) Норма ускорения

$$w = \sqrt{w_r^2 + w_\varphi^2} = 19,52 \frac{M}{c^2}.$$

9) Компоненты ускорения в декартовых координатах находим двукратным дифференцированием формулы (2) по времени:

$$w^1 = \left(\ddot{r} - r\dot{\varphi}^2 \right) \cos \varphi - \left(r\ddot{\varphi} + 2\dot{r}\dot{\varphi} \right) \sin \varphi \equiv w_r \cos \varphi - w_\varphi \sin \varphi;$$

$$w^2 = \left(\ddot{r} - r\dot{\varphi}^2 \right) \sin \varphi + \left(r\ddot{\varphi} + 2\dot{r}\dot{\varphi} \right) \cos \varphi = w_r \sin \varphi + w_\varphi \cos \varphi.$$

При $t = 1$ имеем:

$$w^1(1) = 7,602; \quad w^2(1) = -17,95.$$

Проверка:

$$w = \sqrt{(w^1)^2 + (w^2)^2} = 19,49. \quad \otimes$$

Пример 5.1.4. Закон движения точки в полярных координатах имеет вид:

$$r = 22 \cdot \frac{1 - \frac{t^2}{121}}{t}; \quad \varphi = \arccos\left(\frac{t}{11}\right).$$

Найти скорость и ускорение точки в полярных и декартовых координатах в момент времени $t = 9 \text{ с}$. Радиус дан в метрах.

Ответ:

r	$\dot{r}$	φ	$\dot{\varphi}$	v_r	v_φ	v	v^1	v^2
м	м/с	рад	рад/сек			м/с		
0,81	-0,45	0,61	-0,16	-0,45	-0,13	0,47	-0,3	-0,37

Пример 5.1.5. Выразить базисные векторные поля цилиндрической системы координат в виде разложения по ортам декартовой системы координат.

Решение. Связь декартовых и цилиндрических координат имеет вид

$$\begin{cases} x^1 = r \cos \varphi, \\ x^2 = r \sin \varphi, \\ x^3 = h, \end{cases} \det \left(\frac{\partial(x^1, x^2, x^3)}{\partial(r, \varphi, h)} \right) = \begin{vmatrix} \cos \varphi & -r \sin \varphi & 0 \\ \sin \varphi & r \cos \varphi & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} = r,$$

где для цилиндрических координат принимаются следующие пределы изменения:

$$D = \{ \{r; \varphi; h\} \in R_2^3 : 0 \leq r < +\infty, 0 \leq \varphi < 2\pi, -\infty < h < +\infty \}.$$

Для радиус-вектора имеем

$$\vec{r} = r \cos \varphi \vec{e}_1 + r \sin \varphi \vec{e}_2 + h \vec{e}_3.$$

Дифференцируем разложение радиус-вектора последовательно по цилиндрическим координатам и используем формулу разложения базисных векторных полей по ортам декартовой системы координат

$$\vec{g}_j \stackrel{\text{def}}{=} \frac{\partial \vec{x}}{\partial q^j} = \frac{\partial \vec{x}}{\partial x^i} \frac{\partial x^i}{\partial q^j} = \frac{\partial x^i}{\partial q^j} \vec{e}_i = \frac{\partial x^1}{\partial q^j} \vec{e}_1 + \frac{\partial x^2}{\partial q^j} \vec{e}_2 + \frac{\partial x^3}{\partial q^j} \vec{e}_3.$$

Для базисного векторного поля $\vec{g}_r$ имеем:

$$\vec{g}_r = \frac{\partial \vec{r}}{\partial r} = \frac{\partial \vec{r}}{\partial x^i} \frac{\partial x^i}{\partial r} \equiv \frac{\partial \vec{r}}{\partial x^1} \frac{\partial x^1}{\partial r} + \frac{\partial \vec{r}}{\partial x^2} \frac{\partial x^2}{\partial r} + \frac{\partial \vec{r}}{\partial x^3} \frac{\partial x^3}{\partial r} =$$

$$= \frac{\partial}{\partial r}(r \cos \varphi) \cdot \vec{e}_1 + \frac{\partial}{\partial r}(r \sin \varphi) \cdot \vec{e}_2 + \frac{\partial}{\partial r} h \cdot \vec{e}_3 = \cos \varphi \cdot \vec{e}_1 + \sin \varphi \cdot \vec{e}_2.$$

Так как для векторного поля $\vec{g}_r$

$$\|\vec{g}_r\| = \sqrt{\left(\vec{g}_r, \vec{g}_r\right)} = \sqrt{\cos^2 \varphi + \sin^2 \varphi} = 1,$$

то базисное векторное поле $\vec{g}_r$ нормированное, то есть

$$\vec{g}_{\langle r \rangle} \equiv \vec{g}_r.$$

Для базисного векторного поля $\vec{g}_\varphi$ имеем:

$$\begin{aligned} \vec{g}_\varphi &= \frac{\partial \vec{r}}{\partial \varphi} = \frac{\partial \vec{r}}{\partial x^i} \frac{\partial x^i}{\partial \varphi} \equiv \frac{\partial \vec{r}}{\partial x^1} \frac{\partial x^1}{\partial \varphi} + \frac{\partial \vec{r}}{\partial x^2} \frac{\partial x^2}{\partial \varphi} + \frac{\partial \vec{r}}{\partial x^3} \frac{\partial x^3}{\partial \varphi} = \\ &= \frac{\partial}{\partial \varphi}(r \cos \varphi) \cdot \vec{e}_1 + \frac{\partial}{\partial \varphi}(r \sin \varphi) \cdot \vec{e}_2 + \frac{\partial}{\partial \varphi} h \cdot \vec{e}_3 = \\ &= -r \sin \varphi \cdot \vec{e}_1 + r \cos \varphi \cdot \vec{e}_2. \end{aligned}$$

Так как для векторного поля $\vec{g}_\varphi$

$$\|\vec{g}_\varphi\| = \sqrt{\left(\vec{g}_\varphi, \vec{g}_\varphi\right)} = \sqrt{(-r \sin \varphi)^2 + (r \cos \varphi)^2} = r,$$

то поле $\vec{g}_\varphi$ ненормированное. Находим орт поля:

$$\begin{aligned} \vec{g}_{\langle \varphi \rangle} &= \frac{1}{\|\vec{g}_\varphi\|} \vec{g}_\varphi = \frac{1}{r} \left(-r \sin \varphi \cdot \vec{e}_1 + r \cos \varphi \cdot \vec{e}_2 \right) = \\ &= -\sin \varphi \cdot \vec{e}_1 + \cos \varphi \cdot \vec{e}_2. \end{aligned}$$

Для базисного векторного поля $\vec{g}_h$ имеем:

$$\begin{aligned}\vec{g}_h &= \frac{\partial \vec{r}}{\partial h} = \frac{\partial \vec{r}}{\partial x^i} \frac{\partial x^i}{\partial h} \equiv \frac{\partial \vec{r}}{\partial x^1} \frac{\partial x^1}{\partial h} + \frac{\partial \vec{r}}{\partial x^2} \frac{\partial x^2}{\partial h} + \frac{\partial \vec{r}}{\partial x^3} \frac{\partial x^3}{\partial h} = \\ &= \frac{\partial}{\partial h}(r \cos \varphi) \cdot \vec{e}_1 + \frac{\partial}{\partial h}(r \sin \varphi) \cdot \vec{e}_2 + \frac{\partial}{\partial h} h \cdot \vec{e}_3 = \vec{e}_3.\end{aligned}$$

Таким образом, базисное векторное поле $\vec{g}_h$ нормированное, то есть

$$\vec{g}_{\langle h \rangle} = \vec{e}_3. \otimes$$

Пример 5.1.6. Выразить базисные векторные поля сферической системы координат в виде разложения по ортам декартовой системы координат.

Решение. Связь декартовых и сферических координат имеет вид

$$\begin{cases} x^1 = r \sin \theta \cdot \cos \varphi, \\ x^2 = r \sin \theta \cdot \sin \varphi, \\ x^3 = r \cos \theta, \end{cases}$$

$$\begin{aligned}\det \left(\frac{\partial (x^1, x^2, x^3)}{\partial (r, \varphi, \theta)} \right) &= \begin{vmatrix} \sin \theta \cos \varphi & -r \sin \theta \sin \varphi & r \cos \theta \cos \varphi \\ \sin \theta \sin \varphi & r \sin \theta \cos \varphi & r \cos \theta \sin \varphi \\ \cos \theta & 0 & -r \sin \theta \end{vmatrix} = \\ &= -r^2 \sin \theta,\end{aligned}$$

где для сферических координат принимаются следующие пределы изменения:

$$D = \{ \{r, \varphi, \vartheta\} \in R_2^3 : 0 \leq r < +\infty, 0 \leq \varphi < 2\pi, 0 < \theta \leq \pi \}.$$

Радиус-вектор имеет вид:

$$\vec{r} = r \sin \theta \cdot \cos \varphi \vec{e}_1 + r \sin \theta \cdot \sin \varphi \vec{e}_2 + r \cos \theta \vec{e}_3.$$

Дифференцируем разложение радиус-вектора последовательно по сферическим координатам и снова используем формулу разложения базисных векторных полей по ортам декартовой системы координат.

Для базисного векторного поля $\vec{g}_r$ имеем:

$$\begin{aligned}\vec{g}_r &= \frac{\partial \vec{r}}{\partial r} = \frac{\partial \vec{r}}{\partial x^i} \frac{\partial x^i}{\partial r} \equiv \frac{\partial \vec{r}}{\partial x^1} \frac{\partial x^1}{\partial r} + \frac{\partial \vec{r}}{\partial x^2} \frac{\partial x^2}{\partial r} + \frac{\partial \vec{r}}{\partial x^3} \frac{\partial x^3}{\partial r} = \\ &= \frac{\partial}{\partial r} (r \sin \theta \cos \varphi) \cdot \vec{e}_1 + \frac{\partial}{\partial r} (r \sin \theta \sin \varphi) \cdot \vec{e}_2 + \frac{\partial}{\partial r} (r \cos \theta) \cdot \vec{e}_3 = \\ &= \sin \theta \cos \varphi \cdot \vec{e}_1 + \sin \theta \sin \varphi \cdot \vec{e}_2 + \cos \theta \cdot \vec{e}_3.\end{aligned}$$

Норма поля

$$\|\vec{g}_r\| = \sqrt{(\sin \theta \cos \varphi)^2 + (\sin \theta \sin \varphi)^2 + \cos^2 \theta} = 1.$$

Поле нормированное. Следовательно, имеем:

$$\vec{g}_{\langle r \rangle} \equiv \vec{g}_r = \sin \theta \cos \varphi \cdot \vec{e}_1 + \sin \theta \sin \varphi \cdot \vec{e}_2 + \cos \theta \cdot \vec{e}_3.$$

Для базисного векторного поля $\vec{g}_\varphi$ имеем:

$$\begin{aligned}\vec{g}_\varphi &= \frac{\partial \vec{r}}{\partial \varphi} = \frac{\partial \vec{r}}{\partial x^i} \frac{\partial x^i}{\partial \varphi} \equiv \frac{\partial \vec{r}}{\partial x^1} \frac{\partial x^1}{\partial \varphi} + \frac{\partial \vec{r}}{\partial x^2} \frac{\partial x^2}{\partial \varphi} + \frac{\partial \vec{r}}{\partial x^3} \frac{\partial x^3}{\partial \varphi} = \\ &= \frac{\partial}{\partial \varphi} (r \sin \theta \cos \varphi) \cdot \vec{e}_1 + \frac{\partial}{\partial \varphi} (r \sin \theta \sin \varphi) \cdot \vec{e}_2 + \frac{\partial}{\partial \varphi} (r \cos \theta) \cdot \vec{e}_3 = \\ &= -r \sin \theta \sin \varphi \cdot \vec{e}_1 + r \sin \theta \cos \varphi \cdot \vec{e}_2.\end{aligned}$$

Норма поля

$$\|\vec{g}_\varphi\| = \sqrt{(-r \sin \theta \sin \varphi)^2 + (r \sin \theta \cos \varphi)^2} = \sqrt{r^2 \sin^2 \theta} = r \sin \theta.$$

Поле ненормированное. Находим орт поля:

$$\vec{g}_{\langle \varphi \rangle} = \frac{1}{\|\vec{g}_\varphi\|} \vec{g}_\varphi = \frac{1}{r \sin \theta} \left(-r \sin \theta \sin \varphi \cdot \vec{e}_1 + r \sin \theta \cos \varphi \cdot \vec{e}_2 \right) =$$

$$= -\sin \varphi \cdot \vec{e}_1 + \cos \varphi \cdot \vec{e}_2.$$

Для базисного векторного поля $\vec{g}_\theta$ имеем:

$$\begin{aligned} \vec{g}_\theta &= \frac{\partial \vec{r}}{\partial \theta} = \frac{\partial \vec{r}}{\partial x^i} \frac{\partial x^i}{\partial \theta} \equiv \frac{\partial \vec{r}}{\partial x^1} \frac{\partial x^1}{\partial \theta} + \frac{\partial \vec{r}}{\partial x^2} \frac{\partial x^2}{\partial \theta} + \frac{\partial \vec{r}}{\partial x^3} \frac{\partial x^3}{\partial \theta} = \\ &= \frac{\partial}{\partial \theta} (r \sin \theta \cos \varphi) \cdot \vec{e}_1 + \frac{\partial}{\partial \theta} (r \sin \theta \sin \varphi) \cdot \vec{e}_2 + \frac{\partial}{\partial \theta} (r \cos \theta) \cdot \vec{e}_3 = \\ &= r \cos \theta \cos \varphi \cdot \vec{e}_1 + r \cos \theta \sin \varphi \cdot \vec{e}_2 - r \sin \theta \cdot \vec{e}_3. \end{aligned}$$

Норма поля

$$\|\vec{g}_\theta\| = \sqrt{(r \cos \theta \cos \varphi)^2 + (r \cos \theta \sin \varphi)^2 + (-r \sin \theta)^2} = r.$$

Поле ненормированное. Находим орт поля:

$$\begin{aligned} \vec{g}_{\langle \theta \rangle} &= \frac{1}{\|\vec{g}_\theta\|} \vec{g}_\theta = \frac{1}{r} \left(r \cos \theta \cos \varphi \cdot \vec{e}_1 + r \cos \theta \sin \varphi \cdot \vec{e}_2 - r \sin \theta \cdot \vec{e}_3 \right) = \\ &= \cos \theta \cos \varphi \cdot \vec{e}_1 + \cos \theta \sin \varphi \cdot \vec{e}_2 - \sin \theta \cdot \vec{e}_3. \otimes \end{aligned}$$

Практическое занятие 2. Криволинейные интегралы

Предварительные сведения

Формула вычисления криволинейного интеграла первого рода по параметризованному замкнутому пути $\hat{W}(\bar{J})$, $\bar{J} = [\alpha, \beta]$

$$\vec{x}(t) = \sum_{k=1}^3 w_k(t) \vec{e}_k$$

имеет вид:

$$\int_{W_{\alpha, \beta}} f(\vec{x}(t)) dl \equiv \int_{W_{\alpha, \beta}} f(x_1, x_2, x_3) dl = \int_{W_{\alpha, \beta}} f(\vec{x}(t)) \left\| \frac{d\vec{x}}{dt}(t) \right\| dt =$$

$$= \int_{\alpha}^{\beta} f(w_1(t), w_2(t), w_3(t)) \cdot \sqrt{\left[\frac{dw_1(t)}{dt} \right]^2 + \left[\frac{dw_2(t)}{dt} \right]^2 + \left[\frac{dw_3(t)}{dt} \right]^2} dt.$$

В случае естественной параметризации

$$y = y(x), z = z(x), x \in \bar{J}$$

формула принимает вид

$$\int_{L_{a, b}} f(x, y, z) dl = \int_a^b f(x, y(x), z(x)) \cdot \sqrt{1 + \left[\frac{dy(x)}{dx} \right]^2 + \left[\frac{dz(x)}{dx} \right]^2} dx,$$

где $a = x(\alpha)$, $b = x(\beta)$,

Формула вычисления криволинейного интеграла второго рода для общего случая параметризации имеет вид:

$$\int_{W_{\alpha, \beta}} F_1(\vec{x}(t)) dx^1 + F_2(\vec{x}(t)) dx^2 + F_3(\vec{x}(t)) dx^3 =$$

$$= \int_{\alpha}^{\beta} \left[F_1(w_1(t), w_2(t), w_3(t)) \frac{dw_1(t)}{dt} + F_2(w_1(t), w_2(t), w_3(t)) \frac{dw_2(t)}{dt} + \right.$$

$$\left. + F_3(w_1(t), w_2(t), w_3(t)) \frac{dw_3(t)}{dt} \right] dt.$$

Если путь задан естественной параметризацией

$$y = y(x), z = z(x),$$

то есть параметром является переменная x , формула переписывается так:

$$I_{W_{a, b}} = \int_{W_{a, b}} P(x, y, z) dx + Q(x, y, z) dy + R(x, y, z) dz =$$

$$= \int_a^b \left[P(x, y(x), z(x)) + Q(x, y(x), z(x)) \frac{dy(x)}{dx} + R(x, y(x), z(x)) \frac{dz(x)}{dx} \right] dx,$$

где

$$a = x(\alpha), b = x(\beta)$$

— пределы изменения переменной x и учтено, что $\frac{dx}{dx} = 1$. Аналогичные формулы можно записать

и в тех случаях, когда в качестве параметра рассматривается переменная y или z .

Примеры с решением

Пример 6.2.1. Вычислить криволинейный интеграл первого рода

$$I = \int_L (x + y) dl$$

по меньшей части окружности

$$\begin{cases} x^2 + y^2 + z^2 = R^2, \\ y = x, \end{cases}$$

ограниченной точками $A(0, 0, R)$, $B\left(\frac{R}{2}, \frac{R}{2}, \frac{R}{\sqrt{2}}\right)$.

Решение. Параметризация окружности:

$$x = t, y = t, z = \sqrt{R^2 - 2t^2}, 0 \leq t \leq \frac{R}{2},$$

$$\sqrt{\left[\frac{dx(t)}{dt}\right]^2 + \left[\frac{dy(t)}{dt}\right]^2 + \left[\frac{dz(t)}{dt}\right]^2} = \frac{\sqrt{2}R}{\sqrt{R^2 - 2t^2}}.$$

Используем формулу

$$\int_L f(x, y, z) dl = \int_{\alpha}^{\beta} f(x(t), y(t), z(t)) \cdot \sqrt{\left[\frac{dx(t)}{dt}\right]^2 + \left[\frac{dy(t)}{dt}\right]^2 + \left[\frac{dz(t)}{dt}\right]^2} dt.$$

Получаем:

$$I = \int_L (x + y) dl = \int_0^{R/2} 2t \frac{\sqrt{2}R dt}{\sqrt{R^2 - 2t^2}} = R^2(\sqrt{2} - 1). \otimes$$

Пример 6.2.2. Найти массу $\frac{1}{4}$ окружности

$$x_1^2 + x_2^2 = R^2,$$

если $\rho(x_1, x_2) = x_2$ и $x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$.

Решение. Воспользуемся формулой для случая плоского пути, заданного непрерывно дифференцируемой параметризацией. Параметрические уравнения окружности

$$\begin{cases} x_1 = R \cos t, \\ x_2 = R \sin t. \end{cases}$$

Поэтому имеем:

$$\begin{aligned} M &= \int_W \rho(x_1, x_2) dl = \\ &= \int_0^{\pi/2} R \sin t \sqrt{(-R \sin t)^2 + (R \cos t)^2} dt = R^2 \int_0^{\pi/2} \sin t dt = R^2. \otimes \end{aligned}$$

Пример 6.2.3. Вычислить криволинейный интеграл второго рода

$$I = \int_W (x + y) dx - x dy,$$

где путь W — отрезок прямой, соединяющий точки $M_0(0; 0)$ и $M_1(4; 2)$.

Решение. Используем формулу вычисления криволинейного интеграла второго рода для случая плоского пути:

$$\begin{aligned} I_{W_{a,b}} &= \int_{W_{a,b}} P(x, y, z) dx + Q(x, y, z) dy = \\ &= \int_a^b \left[P(x, y(x), z(x)) + Q(x, y(x), z(x)) \frac{dy(x)}{dx} \right] dx. \end{aligned}$$

Здесь

$$\vec{M_0 M_1} = 4 \vec{e_1} + 3 \vec{e_2}, \quad \vec{M_0 M} = x \vec{e_1} + y \vec{e_2},$$

$$\vec{M_0 M} = t \cdot \vec{M_0 M_1}, \quad \begin{cases} x = 4t, \\ y = 2t, \end{cases} \quad y = \frac{1}{2}x, \quad x \in [0, 4].$$

Имеем:

$$\int_W (x + y) dx - x dy = \int_0^4 \left(\frac{3}{2}x - \frac{1}{2}x \right) dx = \int_0^4 x dx = \frac{x^2}{2} \Big|_0^4 = 8. \otimes$$

Пример 6.2.4. Вычислить криволинейный интеграл второго рода

$$\int_W x^2 y dx + y^2 x dy$$

по пути с параметризацией $x = t, y = t^3, t \in [0, 1]$.

Р е ш е н и е. Используем формулу с естественной параметризацией для случая плоского пути:

$$\begin{aligned} \int_{W_{\alpha, \beta}} F_1 \left(\vec{x} \right) dx_1 + F_2 \left(\vec{x} \right) dx_2 = \\ = \int_{\alpha}^{\beta} \left[F_1(x_1(t), x_2(t), x_3(t)) \frac{dx_1(t)}{dt} + F_2(x_1(t), x_2(t), x_3(t)) \frac{dx_2(t)}{dt} \right] dt \end{aligned}$$

Получаем:

$$\int_W x^2 y dx + y^2 x dy = \int_0^1 (t^5 + 3t^9) dt = \left(\frac{t^6}{6} + 3 \frac{t^{10}}{10} \right) \Big|_0^1 = \frac{7}{15}. \otimes$$

Пример 6.2.5. Вычислить криволинейный интеграл второго рода

$$\int_{\hat{W}} (x_2^2 - x_3^2) dx_1 + 2x_2 x_3 dx_2 - x_1^2 dx_3$$

по замкнутому пути с параметризацией $x_1 = t$, $x_2 = t^2$, $x_3 = t^3$, начальной и конечными точками $M_0(0; 0; 0)$, $M_1(1; 1; 1)$ соответственно.

Р е ш е н и е. Для вычисления применим формулу:

$$\begin{aligned} I_{W_{a, b}} = \int_{W_{a, b}} F_1 \left(\vec{x} \right) dx_1 + F_2 \left(\vec{x} \right) dx_2 + F_3 \left(\vec{x} \right) dx_3 = \\ = \int_{\alpha}^{\beta} \left[F_1(x_1(t), x_2(t), x_3(t)) \frac{dx_1(t)}{dt} + F_2(x_1(t), x_2(t), x_3(t)) \frac{dx_2(t)}{dt} + \right. \\ \left. + F_3(x_1(t), x_2(t), x_3(t)) \frac{dx_3(t)}{dt} \right] dt. \end{aligned}$$

Пределы изменения параметра $t \in [0, 1]$, то есть $\alpha = 0$, $\beta = 1$. Подстановка данных задачи даёт:

$$\int_{\hat{W}} (x_2^2 - x_3^2) dx_1 + 2x_2 x_3 dx_2 - x_1^2 dx_3 = \int_0^1 [(t^4 - t^6) + 4t^6 - 3t^4] dt =$$

$$= \int_0^1 (3t^6 - 2t^4) dt = \left(\frac{3}{7}t^7 - \frac{2}{5}t^5 \right) \Big|_0^1 = \frac{1}{35}. \quad \otimes$$

Пример 6.2.6. Вычислить криволинейный интеграл второго рода

$$\oint_W (x + y)dx + (x - y)dy,$$

где W – окружность с уравнением $(x-1)^2 + (y-1)^2 = 4$.

Решение. Запишем параметризацию окружности:

$$\vec{x}(t) = (1 + 2\cos t)\vec{e}_1 + (1 + 2\sin t)\vec{e}_2,$$

$$0 \leq t \leq 2\pi.$$

Интеграл вычисляем, пользуясь формулой

$$\int_W F_1\left(\vec{x}\right)dx + F_2\left(\vec{x}\right)dy = \int_{\alpha}^{\beta} \left[F_1\left(\vec{x}(t)\right)\frac{dx(t)}{dt} + F_2\left(\vec{x}(t)\right)\frac{dy(t)}{dt} \right] dt$$

и тем, что

$$\frac{dx(t)}{dt} = -2\sin t, \quad \frac{dy(t)}{dt} = 2\cos t.$$

Имеем:

$$\oint_W (x + y)dx + (x - y)dy =$$

$$= \int_0^{2\pi} [(2 + 2\cos t + 2\sin t)(-2\sin t) + (2\cos t - 2\sin t)2\cos t] dt =$$

$$= \int_0^{2\pi} (-4\sin t - 8\sin t \cdot \cos t + 4\cos 2t) dt = 0. \quad \otimes$$

Практическое занятие 3. Кратные интегралы

Предварительные сведения

Формула вычисления двойного интеграла в декартовых координатах имеет вид:

Пусть

$$P = \{(x; y) \in R^2 : a \leq x \leq b; c \leq y \leq d\}$$

– замкнутый прямоугольник, $f : P \rightarrow R^1$ – непрерывная функция двух переменных x, y и

$$\iint_P f(x, y) d\mu \equiv \iint_P f(x, y) dx dy$$

– двойной интеграл от функции $f : P \rightarrow R^1$ по прямоугольнику P . Тогда, если для каждой точки $x \in [a, b]$ существует определённый интеграл

$$I(x) = \int_c^d f(x, y) dy,$$

то существует и **повторный интеграл** от функции $f(x, y)$ вида

$$\int_a^b I(x) dx = \int_a^b dx \left(\int_c^d f(x, y) dy \right),$$

причём справедливо равенство:

$$\iint_P f(x, y) dx dy = \int_a^b dx \left(\int_c^d f(x, y) dy \right).$$

Таким образом, формула вычисления двойного интеграла в декартовых координатах имеет вид:

$$\begin{aligned} \int_a^b I(x) dx &= \iint_P f(x, y) dx dy = \\ &= \int_a^b \left(\int_c^d f(x, y) dy \right) dx \equiv \int_a^b dx \left(\int_c^d dy f(x, y) \right). \end{aligned}$$

Формула вычисления тройного интеграла в декартовой системе координат через последовательное вычисление трёх (одномерных) определённых интегралов имеет вид:

$$\iiint_V f(x, y, z) dx dy dz = \int_a^b dx \int_{y=g_1(x)}^{y=g_2(x)} dy \int_{z=u_1(x, y)}^{z=u_2(x, y)} f(x, y, z) dz.$$

Формула вычисления двойного интеграла в криволинейной системе координат имеет следующий вид

$$\iint_{\Omega_1} f(x, y) dx dy = \iint_{\Omega_2} f(\varphi(\xi, \eta), \psi(\xi, \eta)) \left| \det \left(\frac{\partial(\varphi, \psi)}{\partial(\xi, \eta)} \right) \right| d\xi d\eta,$$

где положено

$$\begin{cases} x = \varphi(\xi, \eta), \\ y = \psi(\xi, \eta), \end{cases} \left| \det \left(\frac{\partial(\varphi, \psi)}{\partial(\xi, \eta)} \right) \right| \equiv \left| \det \begin{pmatrix} \frac{\partial \varphi}{\partial \xi} & \frac{\partial \varphi}{\partial \eta} \\ \frac{\partial \psi}{\partial \xi} & \frac{\partial \psi}{\partial \eta} \end{pmatrix} \right|.$$

В частности, вычисление двойного интеграла в полярных координатах

$$x = r \cos \varphi, \quad y = r \sin \varphi$$

производится по формуле

$$\iint_{\Omega_1} f(x, y) dx dy = \iint_{\Omega_2} f(r \cos \varphi, r \sin \varphi) r dr d\varphi,$$

где якобиан

$$\det \left(\frac{\partial(x, y)}{\partial(r, \varphi)} \right) = \begin{vmatrix} \cos \varphi & -r \sin \varphi \\ \sin \varphi & r \cos \varphi \end{vmatrix} = r.$$

Формула вычисления тройного интеграла в цилиндрических координатах

$$x = r \cdot \cos \varphi, \quad y = r \cdot \sin \varphi, \quad z = z, \quad \begin{pmatrix} \xi \\ \eta \\ \theta \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} r \\ \varphi \\ z \end{pmatrix},$$

где

$$0 \leq r < +\infty, \quad 0 \leq \varphi \leq 2\pi, \quad -\infty < z < +\infty,$$

имеет вид

$$\begin{aligned} \iiint_V f(x, y, z) dx dy dz &= \iiint_{V'} f(r \cos \varphi, r \sin \varphi, z) r dr d\varphi dz = \\ &= \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} d\varphi \int_{r_1}^{r_2} r dr \int_{z_1}^{z_2} f(r \cos \varphi, r \sin \varphi, z) dz, \end{aligned}$$

где якобиан

$$J = \begin{vmatrix} \cos \varphi & -r \sin \varphi & 0 \\ \sin \varphi & r \cos \varphi & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} = r.$$

Аналогично, Формула вычисления тройного интеграла в сферических координатах

$$\begin{cases} x = r \sin \theta \cos \varphi, \\ y = r \sin \theta \sin \varphi, \\ z = r \cos \theta, \end{cases} \quad \begin{pmatrix} \xi \\ \eta \\ \theta \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} r \\ \varphi \\ \theta \end{pmatrix},$$

где

$$0 \leq r < +\infty, \quad 0 \leq \varphi \leq 2\pi, \quad 0 \leq \theta \leq \pi,$$

имеет вид

$$\iiint_V f(x, y, z) dx dy dz =$$

$$\begin{aligned}
&= \iiint_{V'} f(r \sin \theta \cos \varphi, r \sin \theta \sin \varphi, r \cos \theta) r^2 \sin \theta d\theta d\varphi dr = \\
&= \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} d\varphi \int_{\theta_1}^{\theta_2} \sin \theta d\theta \int_{r_1}^{r_2} r^2 f(r \sin \theta \cos \varphi, r \sin \theta \sin \varphi, r \cos \theta) dr.
\end{aligned}$$

Примеры с решением

Пример 6.3.1. Изменить порядок интегрирования в интеграле

$$\int_{-1}^1 dx \int_{-\sqrt{1-x^2}}^{1-x^2} f(x, y) dy.$$

Решение. Область интегрирования D ограничена линиями

$$x = -1, x = 1, y = -\sqrt{1-x^2}, y = 1-x^2.$$

Первые две линии – вертикальные прямые линии, третья линия – нижняя полуокружность радиуса 1, четвёртая линия – парабола с вершиной в точке $(0; 1)$, ветви параболы направлены вниз. Область D представим объединением двух областей: области D_1 , ограниченной ветвями параболы $x = \pm\sqrt{1-y}$ и прямыми линиями $y = 0, y = 1$; области D_2 , ограниченной линиями $x = \pm\sqrt{1-y^2}, y = -1, y = 0$. Тогда имеем:

$$\int_{-1}^1 dx \int_{-\sqrt{1-x^2}}^{1-x^2} f(x, y) dy = \int_0^1 dy \int_{-\sqrt{1-y}}^{+\sqrt{1-y}} f(x, y) dx + \int_{-1}^0 dy \int_{-\sqrt{1-y^2}}^{+\sqrt{1-y^2}} f(x, y) dx. \otimes$$

Пример 6.3.2. Вычислить двойной интеграл

$$\iint_D x \ln y dx dy,$$

где $D = \{(x, y): 0 \leq x \leq 4; 1 \leq y \leq e\}$.

Решение. Так как область D является прямоугольником, то интеграл вычисляется непосредственно по формуле

$$\iint_D f(x, y) dx dy = \int_a^b dx \int_c^d f(x, y) dy.$$

Имеем:

$$\begin{aligned} \iint_D x \ln y dx dy &= \int_0^4 x dx \int_1^e \ln y dy = \left\{ \begin{array}{l} u = \ln y, \quad du = \frac{dy}{y}, \\ dv = dy, \quad v = y. \end{array} \right\} = \\ &= \int_0^4 x dx \left\{ y \ln y \Big|_1^e - \int_1^e dy \right\} = \frac{x^2}{2} \Big|_0^4 \cdot \left\{ y \ln y \Big|_1^e - y \Big|_1^e \right\} = 8 \cdot (e - e + 1) = 8. \otimes \end{aligned}$$

Пример 6.3.3. Вычислить двойной интеграл $\iint_D (x + 2y) dx dy$ по области D , ограниченной

линиями $y = x$, $y = 2x$, $x = 2$, $x = 3$.

Решение. Область D ограничена, соответственно, слева – вертикальной прямой линией $x = 2$, справа – вертикальной прямой линией $x = 3$, сверху – прямой линией $y = 2x$, снизу – прямой линией $y = x$. Область простая относительно оси OY , следовательно, вычисляем интеграл по формуле

$$\iint_D f(x, y) dx dy = \int_a^b dx \int_{g_1(x)}^{g_2(x)} f(x, y) dy.$$

Имеем:

$$\begin{aligned} \iint_D (x + 2y) dx dy &= \int_2^3 dx \int_x^{2x} (x + 2y) dy = \int_2^3 dx \left(xy + y^2 \right) \Big|_{y=x}^{y=2x} = \\ &= \int_2^3 (2x^2 + 4x^2 - x^2 - x^2) dx = 4 \int_2^3 x^2 dx = \frac{4}{3} x^3 \Big|_2^3 = \frac{76}{3}. \otimes \end{aligned}$$

Пример 6.3.4. Вычислить двойной интеграл $\iint_D (2x - y) dx dy$ по области D , ограниченной

линиями $x = 1$, $x = 2$, $y = x$, $y = x^2$.

Решение. Пользуясь формулой вычисления двойного интеграла по простой области, получаем:

$$\iint_D (2x - y) dx dy = \int_1^2 dx \int_x^{x^2} (2x - y) dy = \int_1^2 dx \left(2xy - \frac{y^2}{2} \right) \Big|_{y=x}^{y=x^2} =$$

$$= \int_1^2 \left(2x^3 - \frac{x^4}{2} - \frac{3}{2}x^2 \right) dx = \left(\frac{x^4}{2} - \frac{x^5}{10} - \frac{x^3}{2} \right) \Big|_1^2 = \frac{9}{10}. \otimes$$

Пример 6.3.5. Вычислить площадь фигуры, ограниченной линиями

$$x = 4y - y^2, \quad x + y = 6.$$

Решение. Решая систему уравнений

$$\begin{cases} y^2 - 4y + x = 0, \\ x + y = 6, \end{cases}$$

находим точки пересечения линий: $A(4; 2)$, $B(3; 3)$. Поэтому площадь фигуры равна

$$\begin{aligned} S \equiv \mu(D) &= \iint_D dx dy = \int_2^3 dy \int_{6-y}^{4y-y^2} dx = \int_2^3 \left(x \Big|_{6-y}^{4y-y^2} \right) dy = \\ &= \int_2^3 (-y^2 + 5y - 6) dy = \left(-\frac{1}{3}y^3 + \frac{5}{2}y^2 - 6y \right) \Big|_2^3 = \frac{1}{6}. \otimes \end{aligned}$$

Пример 6.3.6. Найти массу пластины D с поверхностной плотностью

$$\sigma(x, y) = 16x + \frac{9}{2}y^2$$

и ограниченной линиями с уравнениями

$$x = \frac{1}{4}, \quad y = 0, \quad y^2 = 16x, \quad y \geq 0.$$

Решение. Так как

$$x = \frac{1}{16}y^2,$$

то $x \geq 0$. Поэтому область D можно задать неравенствами

$$0 \leq x \leq \frac{1}{4}, \quad 0 \leq y \leq 4\sqrt{x}.$$

Вычисляя двойной интеграл в декартовых координатах, получаем:

$$m(D) = \iint_D \sigma(x, y) dx dy = \iint_D \left(16x + \frac{9}{2}y^2 \right) dx dy =$$

$$= \int_0^{1/4} dx \int_0^{4\sqrt{x}} \left(16x + \frac{9}{2} y^2 \right) dy = \int_0^{1/4} \left(16xy + \frac{3}{2} y^3 \right) \Big|_0^{4\sqrt{x}} dx = 160 \int_0^{1/4} x^{3/2} dx = 2. \otimes$$

Пример 6.3.7. Вычислить двойной интеграл

$$\iint_D \sqrt{x^2 + y^2} dx dy,$$

переходя к полярным координатам, где область D – 1-я четверть круга

$$x^2 + y^2 \leq a^2.$$

Р е ш е н и е. Так как $x = r \cos \varphi$, $y = r \sin \varphi$, то область в полярных координатах имеет вид

$$\Omega = \left\{ (r; \varphi) : 0 \leq r \leq a; 0 < \varphi \leq \frac{\pi}{2} \right\}$$

и, применяя формулу перехода к полярной системе координат, получаем:

$$\begin{aligned} \iint_D \sqrt{x^2 + y^2} dx dy &= \iint_{\Omega} \sqrt{r^2 \cos^2 \varphi + r^2 \sin^2 \varphi} r dr d\varphi = \int_0^{\pi/2} d\varphi \int_0^a r^2 dr = \\ &= \frac{1}{3} \int_0^{\pi/2} r^3 \Big|_0^a d\varphi = \frac{a^3}{3} \int_0^{\pi/2} d\varphi = \frac{\pi a^3}{6}. \otimes \end{aligned}$$

Пример 6.3.8. Вычислить двойной интеграл $\iint_D \ln(x^2 + y^2) dx dy$, переходя к полярным

координатам, если область D – кольцо, заключённое между окружностями $x^2 + y^2 = e^2$ и $x^2 + y^2 = e^4$.

Р е ш е н и е. Переходя к полярным координатам, имеем:

$$\begin{aligned} \iint_D \ln(x^2 + y^2) dx dy &= \iint_{\Omega} \ln r^2 r dr d\varphi = 2 \iint_{\Omega} r \ln r dr d\varphi = \\ &= \left\{ \Omega : 0 \leq \varphi \leq 2\pi; e \leq r \leq e^2 \right\} = \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= 2 \int_0^{2\pi} d\varphi \int_e^{e^2} r \ln r dr = \left\{ \begin{array}{l} u = \ln r, \quad du = \frac{dr}{r}, \\ dv = r dr, \quad v = \frac{r^2}{2}. \end{array} \right\} = \\
&= 2 \int_0^{2\pi} d\varphi \left\{ \frac{r^2}{2} \ln r \Big|_e^{e^2} - \frac{1}{2} \int_e^{e^2} r dr \right\} = 2 \int_0^{2\pi} \left[\frac{1}{4} e^2 (3e^2 - 1) \right] d\varphi = \pi e^2 (3e^2 - 1). \otimes
\end{aligned}$$

Пример 6.3.9. Вычислить объём тела, ограниченного поверхностями

$$x^2 + y^2 = 8, \quad x = 0, \quad y = 0, \quad z = 0, \quad x + y + z = 4.$$

Решение. Тело ограничено кругом на плоскости XOY с центром в начале системы координат, координатными плоскостями и плоскостью

$$\frac{x}{4} + \frac{y}{4} + \frac{z}{4} = 1.$$

Поэтому в полярных координатах имеем

$$\begin{aligned}
V &= \iint_D f(x, y) dx dy = \iint_{\Omega} f(r \cos \varphi, r \sin \varphi) r dr d\varphi = \\
&= \int_0^{\pi/2} d\varphi \int_0^{2\sqrt{2}} f(r \cos \varphi, r \sin \varphi) r dr = \\
&= \int_0^{\pi/2} d\varphi \int_0^{2\sqrt{2}} (4 - r \cos \varphi - r \sin \varphi) r dr = 16 \int_0^{\pi/2} \left[1 - \frac{\sqrt{2}}{3} (\cos \varphi + \sin \varphi) \right] d\varphi = \\
&= 16 \left[\varphi - \frac{\sqrt{2}}{3} (\sin \varphi - \cos \varphi) \right] \Big|_0^{\pi/2} = 8\pi - \frac{32\sqrt{2}}{3}. \otimes
\end{aligned}$$

Пример 6.3.10. Вычислить двойной интеграл

$$\iint_D x dx dy,$$

где область D ограничена линиями с уравнениями:

$$y^2 - 4y + x^2 = 0; \quad y^2 - 8y + x^2 = 0; \quad y = \frac{1}{\sqrt{3}} x; \quad x = 0.$$

Р е ш е н и е. Задаём область D неравенствами в декартовой системе координат, для чего выделяем полные квадраты в уравнениях окружностей:

$$(y-2)^2 + x^2 = 4; (y-4)^2 + x^2 = 16,$$

Центры обеих окружностей имеют координаты $(0; 2)$ и $(0; 4)$, а сами окружности касаются начала системы координат. Первая окружность имеет радиус 2 и лежит, следовательно, внутри второй окружности с радиусом 4. Область D лежит между окружностями и координаты её точек удовлетворяют неравенствам

$$(y-2)^2 + x^2 \geq 4; (y-4)^2 + x^2 \leq 16.$$

Кроме этого, область D лежит между указанными прямыми линиями, проходящими через начало системы координат. Так как окружности лежат выше оси OX , то область D лежит над прямой линией $y = \frac{1}{\sqrt{3}}x$ и справа от прямой линии $x = 0$. Поэтому координаты точек области

D удовлетворяют неравенствам

$$y \geq \frac{x}{\sqrt{3}}, x \geq 0.$$

Таким образом,

$$D = \left\{ (x; y) : \begin{array}{l} (y-2)^2 + x^2 \geq 4, \\ (y-4)^2 + x^2 \leq 16, \\ y \geq \frac{x}{\sqrt{3}}, x \geq 0. \end{array} \right.$$

Для вычисления используем полярную систему координат:

$$x = r \cos \varphi, y = r \sin \varphi.$$

Формула вычисления двойного интеграла принимает вид

$$\iint_D x dx dy = \iint_{\Omega} r \cos \varphi r dr d\varphi.$$

В неравенствах, определяющих область интегрирования, производим замену $x = r \cos \varphi$, $y = r \sin \varphi$, получаем

$$\Omega = \left\{ (r; \varphi) : \begin{cases} (r \sin \varphi - 2)^2 + r^2 \cos^2 \varphi \geq 4, \\ (r \sin \varphi - 4)^2 + r^2 \cos^2 \varphi \leq 16, \\ r \sin \varphi \geq \frac{r \cos \varphi}{\sqrt{3}}, r \cos \varphi \geq 0. \end{cases} \right.$$

Решение этих неравенств относительно r и φ имеет вид

$$\Omega = \left\{ (r; \varphi) : \begin{cases} \frac{\pi}{6} \leq \varphi \leq \frac{\pi}{2}, \\ 4 \sin \varphi \leq r \leq 8 \sin \varphi. \end{cases} \right.$$

Переход от двойного интеграла к повторному интегралу даёт:

$$\iint_D x dx dy = \iint_{\Omega} r \cos \varphi r dr d\varphi = \int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{\pi}{2}} \cos \varphi d\varphi \int_{4 \sin \varphi}^{8 \sin \varphi} r^2 dr,$$

Интегрируя последовательно, получаем:

$$\int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{\pi}{2}} \cos \varphi d\varphi \int_{4 \sin \varphi}^{8 \sin \varphi} r^2 dr = 35. \otimes$$

Пример 6.3.11. Вычислить тройной интеграл

$$I = \iiint_V (x - 2y + z) dx dy dz,$$

где область V – параллелепипед, заданный неравенствами

$$-1 \leq x \leq 2, 1 \leq y \leq 3, 0 \leq z \leq 1.$$

Решение. Используя формулу (1.50)

$$\iiint_V f(x, y, z) dx dy dz = \int_a^b dx \int_{y=g_1(x)}^{y=g_2(x)} dy \int_{z=u_1(x, y)}^{z=u_2(x, y)} f(x, y, z) dz,$$

получаем:

$$I = \iiint_V (x - 2y + z) dx dy dz = \int_{-1}^2 dx \int_1^3 dy \int_0^1 (x - 2y + z) dz = -18. \otimes$$

Пример 6.3.12. Вычислить тройной интеграл

$$I = \iiint_V (x + y + z) dx dy dz,$$

где область V – пирамида, ограниченная плоскостями

$$x = 0, y = 0, z = 0, x + y + z = 2.$$

Решение. Запишем уравнение плоскости

$$z = 2 - x - y,$$

«ограничивающей пирамиду» сверху, в отрезках

$$\frac{x}{2} + \frac{y}{2} + \frac{z}{2} = 1.$$

Теперь можем изобразить пирамиду (рисунок 3.1).

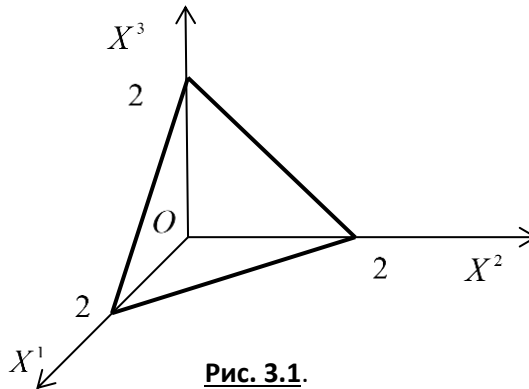


Рис. 3.1.

Применяем для решения формулу

$$\iiint_V f(x, y, z) dx dy dz = \int_a^b dx \int_{y=g_1(x)}^{y=g_2(x)} dy \int_{z=u_1(x,y)}^{z=u_2(x,y)} f(x, y, z) dz,$$

расставляя пределы в соответствии с условиями задачи:

$$\begin{aligned} I &= \iiint_V (x + y + z) dx dy dz = \int_0^2 dx \int_0^{2-x} dy \int_0^{2-x-y} (x + y + z) dz = \\ &= \int_0^2 dx \int_0^{2-x} \left[x \cdot z + y \cdot z + \frac{z^2}{2} \right]_0^{2-x-y} dy = \int_0^2 \left[2y - x \cdot \frac{y^2}{2} - y \cdot \frac{x^2}{2} - \frac{y^3}{6} \right]_0^{2-x} dx = \\ &= \int_0^2 \left(\frac{8}{3} - 2x + \frac{x^3}{6} \right) dx = \left[\frac{8}{3}x - x^2 + \frac{x^4}{24} \right]_0^2 = 2. \otimes \end{aligned}$$

Пример 6.3.13. Найти объём кругового цилиндра высоты H с радиусом основания R .

Р е ш е н и е. Формула для вычисления тройного интеграла в цилиндрической системе координат имеет вид:

цилиндрических координатах:

$$V_V = \iiint_V dx dy dz = \int_0^{2\pi} d\varphi \int_0^R r dr \int_0^H dz = \pi R^2 H. \otimes$$

Пример 6.3.14. Найти объём шара радиуса R .

Р е ш е н и е. Для вычисления объёма шара используем формулу вычисления тройного интеграла в сферических координатах. Учитывая, что

$$f(x, y, z) = f(r \sin \theta \cos \varphi, r \sin \theta \sin \varphi, r \cos \theta) \equiv 1,$$

получаем:

$$V_V = \iiint_V dx dy dz = \int_0^{2\pi} d\varphi \int_0^{\pi} \sin \theta d\theta \int_0^R r^2 dr = \frac{4}{3} \pi R^3. \otimes$$

Пример 6.3.15. Вычислить тройной интеграл

$$\iiint_V \frac{x^2}{x^2 + y^2} dx dy dz,$$

где область V ограничена поверхностями

$$z = \frac{9}{2} \sqrt{x^2 + y^2} \text{ (конус),}$$

$$z = \frac{11}{2} - x^2 - y^2 \text{ (эллиптический параболоид).}$$

Р е ш е н и е. Область V – тело вращения вокруг оси OZ , поэтому переходим к цилиндрическим координатам:

$$\begin{cases} x = r \cos \varphi, \\ y = r \sin \varphi, \\ z = z. \end{cases}$$

Для искомого интеграла получаем:

$$\iiint_V \frac{x^2}{x^2 + y^2} dx dy dz = \iiint_{\Omega} \cos^2 \varphi r dr d\varphi dz.$$

Задаём область Ω' неравенствами, заменяя в уравнениях поверхностей декартовы координаты цилиндрическими координатами:

$$x = r \cos \varphi, \quad y = r \sin \varphi.$$

Получаем два двойных неравенства:

$$\frac{9}{2}r \leq z \leq \frac{11}{2} - r^2 \quad \text{и} \quad \frac{11}{2} - r^2 \leq z \leq \frac{9}{2}r.$$

Для выбора верного неравенства решаем уравнение

$$\frac{9}{2}r = \frac{11}{2} - r^2.$$

Единственное положительное решение $r = 1$, следовательно, $0 \leq r \leq 1$. При этих значениях верное неравенство

$$\frac{9}{2}r \leq z \leq \frac{11}{2} - r^2.$$

Область

$$\Omega = \begin{cases} 0 \leq r \leq 1, \\ \frac{9}{2}r \leq z \leq \frac{11}{2} - r^2, \\ 0 \leq \varphi \leq 2\pi. \end{cases}$$

Переход к повторному интегралу даёт:

$$\begin{aligned} \iiint_V \frac{x^2}{x^2 + y^2} dx dy dz &= \iiint_{\Omega} \cos^2 \varphi r dr d\varphi dz = \\ &= \iiint_{\Omega'} \frac{r^2 \cos^2 \varphi}{r^2 \cos^2 \varphi + r^2 \sin^2 \varphi} r dr d\varphi dz = \dots = \pi. \quad \otimes \end{aligned}$$

Практическое занятие 4. Некоторые приложения криволинейных и кратных интегралов

Предварительные сведения

Электрическое поле линейного непрерывно-распределённого электрического заряда вычисляется по формуле

$$\vec{E}\left(\vec{x}_0\right)=\int_W \frac{\gamma\left(\vec{x}\right) \cdot\left(\vec{x}_0-\vec{x}\right)}{4 \pi \varepsilon \varepsilon_0\left\|\vec{x}_0-\vec{x}\right\|^3} d l, \quad (1)$$

где $\vec{x}_0$ – точка наблюдения, а линейная плотность заряда равна

$$\gamma\left(\vec{x}\right)=\frac{d Q\left(\vec{x}\right)}{d l}.$$

Площадь плоской фигуры в полярной системе координат вычисляется по формуле

$$S=\iint_{D'} r^2(\varphi) d r d \varphi.$$

Формула Грина имеет вид

$$\iint_{\Omega}\left(\frac{\partial Q}{\partial x}-\frac{\partial P}{\partial y}\right)(x, y) d x d y=\oint_{\Gamma} P(x, y) d x+Q(x, y) d y$$

Примеры с решением

Пример 6.4.1. Найти напряжённость электрического поля однородно заряженной проволоки длиной L , имеющей форму дуги окружности радиуса r , в центре окружности, считая линейную плотность заряда постоянной.

Решение. Так как $\gamma\left(\vec{x}\right)=const$, то формула (1) принимает вид

$$\vec{E}\left(\vec{x}_0\right)=\frac{\gamma}{4 \pi \varepsilon \varepsilon_0} \int_W \frac{\left(\vec{x}_0-\vec{x}\right)}{\left\|\vec{x}_0-\vec{x}\right\|^3} d l =$$

$$= \frac{\gamma}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \left[\left(\int_W \frac{\vec{x}_0 - \vec{x}}{\|\vec{x}_0 - \vec{x}\|^3} dl \right) \vec{e}_1 + \left(\int_W \frac{y_0 - y}{\|\vec{x}_0 - \vec{x}\|^3} dl \right) \vec{e}_2 \right]. \quad (2)$$

Вспомним параметрические уравнения окружности (рисунок 4.1):

$$\vec{x} = \vec{x}_0 + r \cos t \cdot \vec{e}_1 + r \sin t \cdot \vec{e}_2 \quad (3)$$

– векторная форма;

$$\begin{cases} x = x_0 + r \cos t, \\ y = y_0 + r \sin t \end{cases} \quad (4)$$

– скалярная форма.

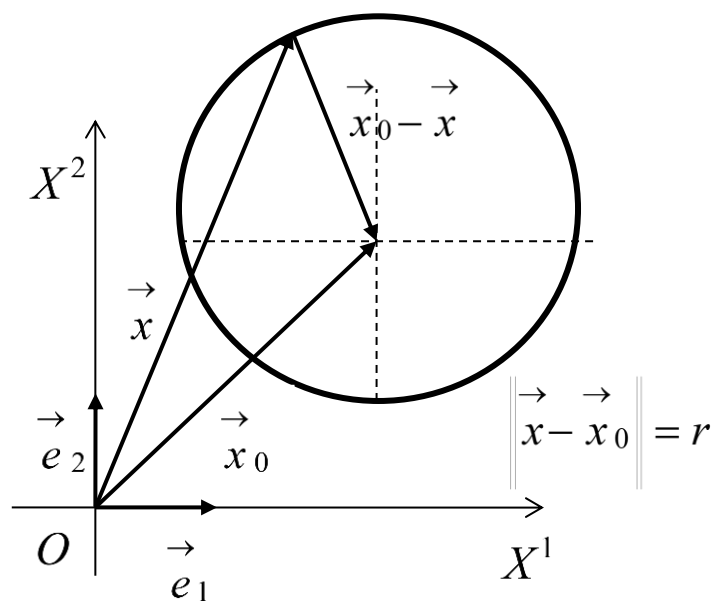


Рис. 4.1.

Чтобы воспользоваться для вычисления интеграла формулой

$$\int_W f(x, y) dl = \int_{\alpha}^{\beta} f(x(t), y(t)) \sqrt{\left[\frac{dx}{dt}(t) \right]^2 + \left[\frac{dy}{dt}(t) \right]^2} dt,$$

нам нужен дифференциал длины дуги кривой $dl = \left\| \frac{d\vec{x}}{dt} \right\| dt$. По формуле (3) имеем:

$$\frac{d\vec{x}}{dt} = -r \sin t \cdot \vec{e}_1 + r \cos t \cdot \vec{e}_2.$$

Отсюда для нормы вектора скорости получаем

$$\left\| \frac{d\vec{x}}{dt} \right\| = \sqrt{\left(\frac{dx}{dt} \right)^2 + \left(\frac{dy}{dt} \right)^2} = \sqrt{(-r \sin t)^2 + (r \cos t)^2} = r,$$

откуда имеем

$$dl = \left\| \frac{d\vec{x}}{dt} \right\| dt = r dt.$$

С учётом того, что в рассматриваемом случае точка наблюдения помещена в центр окружности, а точки источника поля находятся в точках самой окружности и очевидного равенства

$$\left\| \vec{x} - \vec{x}_0 \right\| = \left\| \vec{x}_0 - \vec{x} \right\|,$$

дальнейшие вычисления напряжённости электрического поля в центре окружности проводятся так:

$$\begin{aligned} \vec{E}(\vec{x}_0) &= \frac{\gamma}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \left[\left(\int_W \frac{\vec{x}_0 - \vec{x}}{\left\| \vec{x} - \vec{x}_0 \right\|^3} dl \right) \vec{e}_1 + \left(\int_W \frac{y_0 - y}{\left\| \vec{x} - \vec{x}_0 \right\|^3} dl \right) \vec{e}_2 \right] = \\ &= -\frac{\gamma}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \left[\left(\int_{-\alpha/2}^{\alpha/2} \frac{r \cos t}{r^3} r dt \right) \vec{e}_1 + \left(\int_{-\alpha/2}^{\alpha/2} \frac{r \sin t}{r^3} r dt \right) \vec{e}_2 \right] = \\ &= -\frac{\gamma}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \left[\left(\int_{-\alpha/2}^{\alpha/2} \frac{\cos t}{r} dt \right) \vec{e}_1 + \left(\int_{-\alpha/2}^{\alpha/2} \frac{\sin t}{r} dt \right) \vec{e}_2 \right] = \\ &= -\frac{\gamma}{4\pi\epsilon\epsilon_0 r} \left[\left(\int_{-\alpha/2}^{\alpha/2} \cos t dt \right) \vec{e}_1 + \left(\int_{-\alpha/2}^{\alpha/2} \sin t dt \right) \vec{e}_2 \right] = \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= -\frac{\gamma}{4\pi\epsilon\epsilon_0 r} \left[\left(\sin t \begin{vmatrix} \alpha/2 \\ -\alpha/2 \end{vmatrix} \right) \vec{e}_1 + \left(-\cos t \begin{vmatrix} \alpha/2 \\ -\alpha/2 \end{vmatrix} \right) \vec{e}_2 \right] = \\
&= -\frac{\gamma}{4\pi\epsilon\epsilon_0 r} \left[2 \sin \frac{\alpha}{2} \vec{e}_1 - \underbrace{\left(\cos \frac{\alpha}{2} - \cos \left(-\frac{\alpha}{2} \right) \right)}_{=0} \vec{e}_2 \right] = -\frac{\gamma}{2\pi\epsilon\epsilon_0 r} \sin \frac{\alpha}{2} \vec{e}_1.
\end{aligned}$$

Получили следующую формулу для электрического поля, создаваемого в центре окружности линейным равномерным распределением заряда

$$\vec{E} \left(\begin{matrix} \vec{x}_0 \end{matrix} \right) = -\frac{\gamma}{2\pi\epsilon\epsilon_0 r} \sin \frac{\alpha}{2} \cdot \vec{e}_1. \quad (6)$$

Из формулы (6) легко получаем формулу для нормы напряжённости электрического поля

$$E = \left\| \vec{E} \left(\begin{matrix} \vec{x}_0 \end{matrix} \right) \right\| = \frac{\gamma}{2\pi\epsilon\epsilon_0 r} \sin \frac{\alpha}{2}, \quad (7)$$

из которой следует:

$$1) E = \frac{\gamma}{2\pi\epsilon\epsilon_0 r} \text{ при } \alpha = \pi;$$

$$2) E = 0 \text{ при } \alpha = 2\pi. \otimes$$

Пример 6.4.2. Найти площадь фигуры, ограниченной линиями с уравнениями

$$y^2 - 4y + x^2 = 0, \quad y^2 - 8y + x^2 = 0, \quad y = \frac{x}{\sqrt{3}}, \quad x = 0.$$

Р е ш е н и е. Область ограничена окружностями и прямыми, поэтому решаем задачу в полярных координатах:

$$x = r \cos \varphi, \quad y = r \sin \varphi.$$

При переходе к полярным координатам область D перейдёт в область D' , ограниченную линиями

$$r = 4 \cos \varphi, \quad r = 8 \cos \varphi, \quad \frac{\pi}{6} \leq \varphi \leq \frac{\pi}{2}.$$

Искомая площадь равна $S = \iint_{D'} r^2 dr d\varphi$. В полярных координатах область D' задаётся неравен-

ствами

$$D' = \begin{cases} \frac{\pi}{6} \leq \varphi \leq \frac{\pi}{2}, \\ 4\cos\varphi \leq r \leq 8\cos\varphi. \end{cases}$$

Переход от двойного интеграла к повторному интегралу даёт:

$$S = \iint_{D'} r^2 dr d\varphi = \int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{\pi}{2}} d\varphi \int_{4\cos\varphi}^{8\cos\varphi} r dr.$$

Результат получается интегрированием:

$$\begin{aligned} S &= \iint_{D'} r^2 dr d\varphi = \int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{\pi}{2}} d\varphi \int_{4\cos\varphi}^{8\cos\varphi} r dr = 24 \int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{\pi}{2}} \cos^2 \varphi = \left\{ \cos^2 \varphi = \frac{1 + \cos 2\varphi}{2} \right\} = \\ &= 12 \int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{\pi}{2}} d\varphi + 6 \int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{\pi}{2}} \cos 2\varphi d(2\varphi) = 8\pi - (6 + 3\sqrt{3}). \otimes \end{aligned}$$

Пример 6.4.3. Применяя формулу Грина, вычислить криволинейный интеграл

$$\oint_{\Gamma} -x^2 y dx + xy^2 dy, \quad (1)$$

где Γ – окружность с уравнением $x^2 + y^2 = R^2$, причём обход окружности осуществляется против часовой стрелки.

Р е ш е н и е. Формула Грина имеет вид:

$$\iint_{\Omega} \left(\frac{\partial Q}{\partial x} - \frac{\partial P}{\partial y} \right) (x, y) dx dy = \oint_{\Gamma} P(x, y) dx + Q(x, y) dy.$$

Сравнивая с (1), видим, что $P(x, y) = -x^2 y$, $Q(x, y) = xy^2$. Поэтому

$$\left(\frac{\partial Q}{\partial x} - \frac{\partial P}{\partial y} \right) (x, y) = x^2 + y^2.$$

Следовательно, получаем

$$\oint_{\Gamma} -x^2 y dx + xy^2 dy = \iint_{\Omega} (x^2 + y^2) dx dy.$$

Вычисления проводим в полярных координатах:

$$x = R \cos \varphi, y = R \sin \varphi, 0 \leq \varphi \leq 2\pi,$$

$$\oint_{\Gamma} -x^2 y dx + xy^2 dy = \iint_{\Omega} r^2 r dr d\varphi = \int_0^{2\pi} d\varphi \int_0^R r^3 dr = \frac{1}{4} R^4 \int_0^{2\pi} d\varphi = \frac{\pi R^4}{2}. \otimes$$

Пример 6.4.4. Применяя формулу Грина, вычислить площадь фигуры, ограниченной кривыми линиями с уравнениями

$$y = x^2, x = y^2, 8xy = 1,$$

примыкающей к началу системы координат.

Решение. Площадь плоской фигуры вычисляется по формуле:

$$S(\Omega) = \iint_{\Omega} dx dy = \frac{1}{2} \oint_{\Gamma} x dy - y dx.$$

Рассмотрим вид фигуры. Первая и вторая кривые линии – это стандартные параболы с осью OY и OX соответственно. Решая совместно уравнения кривых линий, найдём точки их пересечения:

$$A\left(\frac{1}{2}; \frac{1}{4}\right), B\left(\frac{1}{4}; \frac{1}{2}\right).$$

Применим формулу для вычисления площади плоской фигуры:

$$\begin{aligned} S(\Omega) &= \frac{1}{2} \oint_{\Gamma} x dy - y dx = \frac{1}{2} \int_{OA} x dy - y dx + \frac{1}{2} \int_{AB} x dy - y dx + \frac{1}{2} \int_{BO} x dy - y dx = \\ &= \frac{1}{2} \int_0^{1/2} x^2 dx - \frac{1}{8} \int_{1/2}^{1/4} \frac{dx}{x} - \frac{1}{4} \int_{1/4}^0 \sqrt{x} dx = \frac{1+3\ln 2}{24} \approx 0,13. \otimes \end{aligned}$$

Практическое занятие 5. Поверхностные интегралы

Предварительные сведения

Формула вычисления поверхностного интеграла первого рода имеет вид

$$\iint_F f(x^1, x^2, x^3) dS =$$

$$= \iint_{G^{12}} f(x^1, x^2, \varphi(x^1, x^2)) \sqrt{1 + \left[\frac{\partial \varphi}{\partial x^1}(x^1, x^2) \right]^2 + \left[\frac{\partial \varphi}{\partial x^2}(x^1, x^2) \right]^2} dx^1 dx^2,$$

где двойной интеграл в правой части формулы вычисляется по проекции G^{12} поверхности F , задаваемой уравнением $x^3 = \varphi(x^1, x^2)$ на координатную плоскость $X^1 O X^2$.

Если поверхность F однозначно проектируется на все три координатные плоскости, то **общий поверхностный интеграл второго рода** является суммой частных интегралов

$$\begin{aligned} \iint_F H_1(x^1, x^2, x^3) dx^2 dx^3 + \iint_F H_2(x^1, x^2, x^3) dx^3 dx^1 + \iint_F H_3(x^1, x^2, x^3) dx^1 dx^2 &\stackrel{def}{=} \\ &= \iint_F H_1(x^1, x^2, x^3) dx^2 dx^3 + \iint_F H_2(x^1, x^2, x^3) dx^3 dx^1 + \\ &+ \iint_F H_3(x^1, x^2, x^3) dx^1 dx^2, \end{aligned}$$

где

$$\begin{aligned} \iint_F H_3(x^1, x^2, x^3) dx^1 dx^2 &= \iint_{G^{12}} H_3(x^1, x^2, \varphi^3(x^1, x^2)) dx^1 dx^2, \\ \iint_F H_1(x^1, x^2, x^3) dx^2 dx^3 &= \iint_{G^{23}} H_1(\varphi^1(x^2, x^3), x^2, x^3) dx^2 dx^3, \\ \iint_F H_2(x^1, x^2, x^3) dx^3 dx^1 &= \iint_{G^{13}} H_2(x^1, \varphi^2(x^1, x^3), x^3) dx^1 dx^3 \end{aligned}$$

– двойные интегралы, вычисляемые по однозначным проекциям поверхности на координатные плоскости.

Примеры с решением

Пример 6.5.1. Вычислить поверхностный интеграл первого рода

$$\iint_F (x^2 + y^2) dS,$$

где F – часть конической поверхности, заключённой между плоскостями с уравнениями $z = 0$ и $z = 1$.

Решение. Поверхностный интеграл первого рода вычисляется по формуле

$$\begin{aligned} \iint_F f(x, y, z) dS &= \\ &= \iint_{G^{12}} f(x, y, \varphi(x, y)) \sqrt{1 + \left[\frac{\partial \varphi}{\partial x}(x, y) \right]^2 + \left[\frac{\partial \varphi}{\partial y}(x, y) \right]^2} dx dy. \end{aligned} \quad (1)$$

В силу условий задачи выбираем верхнюю часть конической поверхности с уравнением

$$z = \varphi(x, y) = \sqrt{x^2 + y^2}.$$

Поэтому

$$\frac{\partial \varphi}{\partial x}(x, y) = \frac{x}{\sqrt{x^2 + y^2}}, \quad \frac{\partial \varphi}{\partial y}(x, y) = \frac{y}{\sqrt{x^2 + y^2}},$$

$$\begin{aligned} dS &= \sqrt{1 + \left[\frac{\partial \varphi}{\partial x}(x, y) \right]^2 + \left[\frac{\partial \varphi}{\partial y}(x, y) \right]^2} dx dy = \\ &= \sqrt{1 + \frac{x^2}{x^2 + y^2} + \frac{y^2}{x^2 + y^2}} dx dy = \sqrt{2} dx dy. \end{aligned}$$

Искомый интеграл преобразуется в двойной интеграл по формуле (1):

$$\iint_F (x^2 + y^2) dS = \iint_{G^{12}} \sqrt{2} \cdot (x^2 + y^2) dx dy.$$

Так как область G^{12} – это круг, определённый неравенством $x^2 + y^2 \leq 1$, то

$$\iint_F (x^2 + y^2) dS = \iint_{G^{12}} \sqrt{2} \cdot (x^2 + y^2) dx dy = 4\sqrt{2} \int_0^{\pi/2} d\varphi \int_0^1 r^3 dr = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \pi \cdot \otimes$$

Пример 6.5.2. Вычислить поверхностный интеграл первого рода

$$\iint_F (\sqrt{a^2 - x^2} + z) y dS,$$

где F – поверхность цилиндра

$$x^2 + z^2 = a^2,$$

заклѳчѳнная между плоскостями $y = b$ и $y = c$.

Р е ш е н и е. Из уравнения

$$x^2 + z^2 = a^2$$

следует

$$z = \varphi^3(x, y) = \pm \sqrt{a^2 - x^2}.$$

Поверхность F разбилась на две части: F_1 ($z \geq 0$) и F_2 ($z \leq 0$). Определим элемент поверхности dS в соответствии с формулой вычисления поверхностного интеграла первого рода:

$$\frac{\partial \varphi(x, y)}{\partial x} = -\frac{x}{\sqrt{a^2 - x^2}}; \quad \frac{\partial \varphi(x, y)}{\partial y} = 0;$$

$$dS = \sqrt{1 + \left[\frac{\partial \varphi}{\partial x}(x, y) \right]^2 + \left[\frac{\partial \varphi}{\partial y}(x, y) \right]^2} dx dy = \frac{a dx dy}{\sqrt{a^2 - x^2}}.$$

Подставляя элемент поверхности в формулу для вычисления поверхностного интеграла первого рода

$$\iint_F f(x, y, z) dS = \iint_G f(x, y, \varphi(x, y)) \sqrt{1 + \left[\frac{\partial \varphi}{\partial x}(x, y) \right]^2 + \left[\frac{\partial \varphi}{\partial y}(x, y) \right]^2} dx dy,$$

получим:

$$\begin{aligned} \iint_F (\sqrt{a^2 - x^2} + z) y dS &= \\ &= \iint_{F_1} (\sqrt{a^2 - x^2} + \sqrt{a^2 - x^2}) y dS + \iint_{F_2} (\sqrt{a^2 - x^2} - \sqrt{a^2 - x^2}) y dS = \\ &= \iint_{G_1} 2\sqrt{a^2 - x^2} y \frac{a dx dy}{\sqrt{a^2 - x^2}} = 2a \iint_{G_1} y dx dy = \\ &= 2a \int_{-a}^a dx \int_b^c y dy = 2a^2 (c^2 - b^2). \quad \otimes \end{aligned}$$

Пример 6.5.3. Вычислить поверхностный интеграл второго рода

$$\iint_F x^2 y^2 z dx dy$$

по верхней стороне верхней половины сферы с уравнением

$$x^2 + y^2 + z^2 = R^2.$$

Решение. Проекцией верхней полусферы на координатную плоскость XOY является круг, ограниченный окружностью

$$x^2 + y^2 = R^2.$$

Уравнение верхней полусферы

$$z = \varphi(x, y) = \sqrt{R^2 - x^2 - y^2}.$$

Следовательно, искомый интеграл преобразуется в двойной интеграл так:

$$\iint_F x^2 y^2 z dx dy = \iint_{G^{12}} x^2 y^2 \sqrt{R^2 - x^2 - y^2} dx dy.$$

Вычисления проводим в полярных координатах:

$$\begin{aligned} \iint_{G^{12}} x^2 y^2 \sqrt{R^2 - x^2 - y^2} dx dy &= \iint_{G^{12}} r^5 \cos^2 \varphi \cdot \sin^2 \varphi \sqrt{R^2 - r^2} dr d\varphi = \\ &= 4 \int_0^{\pi/2} \cos^2 \varphi \cdot \sin^2 \varphi d\varphi \int_0^R r^5 \sqrt{R^2 - r^2} dr = \\ &= \left\{ \begin{array}{l} \sqrt{R^2 - r^2} = t; R^2 - r^2 = t^2; \\ r dr = -t dt; r^4 = (R^2 - t^2)^2. \end{array} \right\} = \int_0^{\pi/2} \frac{1 - \cos 4\varphi}{2} d\varphi \int_0^R (R^2 - t^2)^2 t^2 dt \\ &= \frac{2}{105} \pi R^7. \otimes \end{aligned}$$

Пример 6.5.4. Вычислить поверхностный интеграл второго рода

$$\iint_F x dy dz + y dz dx + z dx dy,$$

где F – верхняя сторона части плоскости с уравнением $x + z - 1 = 0$, отсечённая плоскостями с уравнениями $y = 0$, $y = 4$ и лежащая в первом октанте.

Р е ш е н и е. Заданная поверхность изображена на рисунке 5.1. Для вычисления интеграла используем формулу вычисления общего поверхностного интеграла второго рода:

$$\begin{aligned} \iint_F P(x, y, z) dy dz + Q(x, y, z) dz dx + R(x, y, z) dx dy &= \\ &= \iint_{G_{23}} P(\varphi(y, z), y, z) dy dz + \iint_{G_{13}} Q(x, \psi(x, z), z) dx dz + \\ &+ \iint_{G_{12}} R(x, y, \omega(x, y)) dx dy. \end{aligned}$$

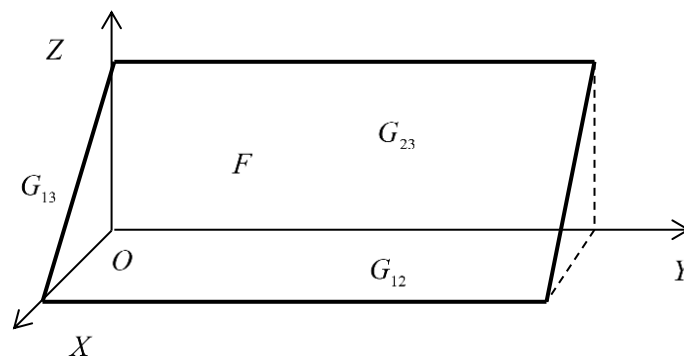


Рис. 5.1.

Так как плоскость параллельна оси OY , то

$$\iint_{G_{13}} Q(x, \psi(x, z), z) dx dz = 0.$$

Получаем:

$$\iint_F x dy dz + y dz dx + z dx dy = \iint_{G_{23}} (1-z) dy dz + \iint_{G_{12}} (1-x) dx dy = 4. \otimes$$

Практическое занятие 6. Векторный анализ

Предварительные сведения

В декартовой системе координат градиент скалярного поля $\varphi = \varphi(x_1, x_2, x_3)$ вычисляется по формуле

$$\vec{\nabla} \varphi = \frac{\partial \varphi}{\partial x^i} \vec{e}_i = \frac{\partial \varphi}{\partial x^1} \vec{e}_1 + \frac{\partial \varphi}{\partial x^2} \vec{e}_2 + \frac{\partial \varphi}{\partial x^3} \vec{e}_3.$$

Производная скалярного поля $\varphi = \varphi(x_1, x_2, x_3)$ в точке N_0 по направлению, заданному век-

тором $\vec{N}_0 N$, имеющим орт

$$\vec{h} = \frac{1}{\|\vec{N}_0 N\|} \vec{N}_0 N$$

по определению равна

$$\frac{\partial f}{\partial h} \left(\vec{x}_0 \right) \stackrel{\text{def}}{=} \lim_{t \rightarrow 0+0} \frac{f \left(\vec{x}_0 + t \vec{h} \right) - f \left(\vec{x}_0 \right)}{t}$$

и вычисляется по одной из следующих формул

$$\frac{\partial \varphi}{\partial \vec{h}} \left(\vec{x} \right) = \left(\vec{\nabla} \varphi \left(\vec{x} \right), \vec{h} \right) = \frac{\left(\vec{\nabla} \varphi \left(\vec{x} \right), N_0 N \right)}{\left\| N_0 N \right\|} = \text{Pr}_{\vec{h}} \left\{ \vec{\nabla} \varphi \left(\vec{x} \right) \right\}.$$

Дивергенция векторного поля $\vec{A} \left(\vec{x} \right)$ в некоторой точке $\vec{x}$ в декартовой системе координат

вычисляется по формуле:

$$\text{div} \vec{A} \left(\vec{x} \right) = \left(\vec{\nabla}, \vec{A} \left(\vec{x} \right) \right).$$

Формула для нахождения ротора векторного поля в декартовой системе координат имеет вид:

$$\text{rot} \vec{A} = \left[\vec{\nabla}, \vec{A} \left(\vec{x} \right) \right] = \begin{vmatrix} \vec{e}_1 & \vec{e}_2 & \vec{e}_3 \\ \frac{\partial}{\partial x_1} & \frac{\partial}{\partial x_2} & \frac{\partial}{\partial x_3} \\ A_1 & A_2 & A_3 \end{vmatrix}.$$

Потоком Φ векторного поля $\vec{A} \left(\vec{x} \right)$ через поверхность F называется поверхностный интеграл

второго рода

$$\begin{aligned} \Phi &\stackrel{\text{def}}{=} \iint_F \left(\vec{A}, d\vec{s} \right) = \iint_F \left(\vec{A} \left(\vec{x} \right), \vec{n} \right) dS = \\ &= \iint_F \left(A_1 \left(\vec{x} \right) \cos \theta_1 + A_2 \left(\vec{x} \right) \cos \theta_2 + A_3 \left(\vec{x} \right) \cos \theta_3 \right) dS = \\ &= \iint_F A_1 \left(\vec{x} \right) \cos \theta_1 dS + \iint_F A_2 \left(\vec{x} \right) \cos \theta_2 dS + \iint_F A_3 \left(\vec{x} \right) \cos \theta_3 dS = \\ &= \iint_{G^{23}} A_1 \left(\omega \left(x^2, x^3 \right), x^2, x^3 \right) dx^2 dx^3 + \iint_{G^{13}} A_2 \left(x^1, \psi \left(x^1, x^3 \right), x^3 \right) dx^1 dx^3 + \\ &+ \iint_{G^{12}} A_3 \left(x^1, x^2, \phi \left(x^1, x^2 \right) \right) dx^1 dx^2, \end{aligned}$$

где

$$d\vec{s} = \left\| d\vec{s} \right\| \frac{d\vec{s}}{\left\| d\vec{s} \right\|} = ds \vec{n}.$$

Теорема Остроградского-Гаусса. Поток векторного поля через замкнутую поверхность (в направлении внешней нормали) равен тройному интегралу от дивергенции поля, взятому по области, ограниченной этой поверхностью:

$$\oiint_F \left(\vec{A}(\vec{x}), d\vec{s} \right) = \iiint_V \left(\vec{\nabla}, \vec{A}(\vec{x}) \right) dV.$$

Циркуляцией векторного поля $\vec{A}(\vec{x})$ по замкнутому контуру Γ называется криволинейный интеграл второго рода

$$C_A \stackrel{\text{def}}{=} \oint_{\Gamma} \left(\vec{A}, d\vec{l} \right) = \oint_{\Gamma} A_t dl.$$

Теорема Стокса. Циркуляция векторного поля $\vec{A}(\vec{x})$ по замкнутому контуру Γ равна

потoku векторного поля

$$\text{rot} \vec{A}(\vec{x}) = \left[\vec{\nabla}, \vec{A}(\vec{x}) \right]$$

через поверхность, ограниченную контуром Γ :

$$\oint_{\Gamma} \left(\vec{A}(\vec{x}), d\vec{l} \right) = \iint_S \left(\left[\vec{\nabla}, \vec{A}(\vec{x}) \right], d\vec{s} \right) \equiv \iint_S \left(\text{rot} \vec{A}(\vec{x}), \vec{n} \right) ds.$$

Приведём краткую сводку наиболее часто используемых формул векторного анализа:

$$\text{grad}(\varphi\psi) = \varphi \cdot \text{grad}\psi + \psi \cdot \text{grad}\varphi;$$

$$\text{div}(\psi \vec{A}) = \psi \cdot \text{div} \vec{A} + \left(\vec{A}, \text{grad}\psi \right);$$

$$\text{div} \left[\vec{A}, \vec{B} \right] = \left(\vec{B}, \text{rot} \vec{A} \right) - \left(\vec{A}, \text{rot} \vec{B} \right);$$

$$\text{rot}(\psi \vec{A}) = \psi \cdot \text{rot} \vec{A} + \left[\text{grad}\psi, \vec{A} \right];$$

$$\text{grad}f(\xi) = f'(\xi) \cdot \text{grad}\xi;$$

$$\text{rot} \text{rot} \vec{A} = \text{grad} \text{div} \vec{A} - \nabla^2 \vec{A};$$

$$\operatorname{div} \operatorname{grad} \psi \equiv \left(\vec{\nabla}, \vec{\nabla} \psi \right) = \left(\vec{\nabla}, \vec{\nabla} \right) \psi = \vec{\nabla}^2 \psi = \frac{\partial^2 \psi}{\partial (x^1)^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial (x^2)^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial (x^3)^2}.$$

В декартовых координатах справедлива также формула

$$\vec{\nabla}^2 \vec{A} = \vec{e}_1 \vec{\nabla}^2 A^1 + \vec{e}_2 \vec{\nabla}^2 A^2 + \vec{e}_3 \vec{\nabla}^2 A^3.$$

Примеры с решением

Пример 6.6.1. Найти градиент сферически-симметричного скалярного поля

$$u = \varphi(r),$$

где $r = \left\| \vec{r} \right\| = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$.

Решение. По определению градиента имеем

$$\begin{aligned} \operatorname{grad} \varphi(r) &= \frac{\partial}{\partial x} \varphi(r) \vec{e}_1 + \frac{\partial}{\partial y} \varphi(r) \vec{e}_2 + \frac{\partial}{\partial z} \varphi(r) \vec{e}_3 = \\ &= \frac{d\varphi}{dr} \frac{x}{r} \vec{e}_1 + \frac{d\varphi}{dr} \frac{y}{r} \vec{e}_2 + \frac{d\varphi}{dr} \frac{z}{r} \vec{e}_3 = \frac{d\varphi}{dr} \cdot \frac{\vec{r}}{r}. \otimes \end{aligned}$$

Отметим, что векторное поле, определяемое соотношением $\vec{a} = \operatorname{grad} \varphi$, называется **потенциальным полем**, а скалярная функция φ называется **потенциалом** векторного поля $\vec{a}$. Само

векторное поле $\vec{a} = \frac{d\varphi}{dr} \cdot \frac{\vec{r}}{r}$ называется **потенциальным** полем. Иногда потенциальное поле

определяют соотношением $\vec{a} = -\operatorname{grad} \varphi$.

Пример 6.6.2. Найти дивергенцию сферически-симметричного векторного поля

$$\vec{a} = \varphi(r) \vec{r}.$$

Решение. По определению дивергенции имеем:

$$\operatorname{div} \vec{a} = \left(\vec{\nabla}, \varphi(r) \vec{r} \right) = \frac{\partial}{\partial x} [\varphi(r)x] + \frac{\partial}{\partial y} [\varphi(r)y] + \frac{\partial}{\partial z} [\varphi(r)z] =$$

$$= \frac{d\varphi}{dr} \frac{x^2}{r} + \varphi(r) + \frac{d\varphi}{dr} \frac{y^2}{r} + \varphi(r) + \frac{d\varphi}{dr} \frac{z^2}{r} + \varphi(r) = \frac{d\varphi}{dr} \cdot r + 3\varphi(r). \quad \otimes$$

Векторное поле называется *соленоидальным*, если выполнено условие $\operatorname{div} \vec{a} = 0$. $\otimes$

Пример 6.6.3. Найти условие соленоидальности векторного поля из предыдущего примера.

Решение. Условие соленоидальности $\operatorname{div} \vec{a} = 0$ для поля $\vec{a} = \varphi(r) \vec{r}$ приводит к обыкновенному дифференциальному уравнению

$$\frac{d\varphi}{dr} \cdot r + 3\varphi(r) = 0$$

С разделяющимися переменными. Разделяя переменные и учитывая, что в случае функций одного

переменного производная $\frac{d\varphi}{dr}$ – это отношение двух дифференциалов, получаем:

$$\frac{d\varphi}{\varphi} = -3 \frac{dr}{r}. \quad (1)$$

Интегрируя уравнение (1), получаем $\ln|\varphi| = -3\ln r + C_1$. Записывая произвольную постоянную в логарифмическом виде $C_1 = \ln C$, где C – произвольная положительная постоянная, по-

лучаем $\varphi = \frac{C}{r^3}$. Здесь C уже произвольная (не обязательно положительная) постоянная. $\otimes$

Пример 6.6.4. Найти ротор сферически-симметричного векторного поля

$$\vec{a} = \varphi(r) \vec{r},$$

где $r = \left\| \vec{r} \right\| = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$.

Решение. Записывая векторное поле в разложении по декартовому базису

$$\vec{a} = \varphi(r) \vec{r} = \varphi(r)x \vec{e}_1 + \varphi(r)y \vec{e}_2 + \varphi(r)z \vec{e}_3,$$

и используя определение ротора, получаем:

$$\begin{aligned}
\operatorname{rot} \vec{a} &= \left[\vec{\nabla}, \vec{a} \right] = \begin{vmatrix} \vec{e}_1 & \vec{e}_2 & \vec{e}_3 \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ \varphi(r)x & \varphi(r)y & \varphi(r)z \end{vmatrix} = \\
&= \left\{ \frac{\partial}{\partial y} [\varphi(r)z] - \frac{\partial}{\partial z} [\varphi(r)y] \right\} \vec{e}_1 + \left\{ \frac{\partial}{\partial z} [\varphi(r)x] - \frac{\partial}{\partial x} [\varphi(r)z] \right\} \vec{e}_2 \\
&+ \left\{ \frac{\partial}{\partial x} [\varphi(r)y] - \frac{\partial}{\partial y} [\varphi(r)x] \right\} \vec{e}_3 = \frac{d\varphi(r)}{dr} \left(\frac{yz}{r} - \frac{zy}{r} \right) \vec{e}_1 + \\
&+ \frac{d\varphi(r)}{dr} \left(\frac{zx}{r} - \frac{xz}{r} \right) \vec{e}_2 + \frac{d\varphi(r)}{dr} \left(\frac{xy}{r} - \frac{yx}{r} \right) \vec{e}_3 = \vec{0}. \otimes
\end{aligned}$$

Векторное поле, для которого выполнено соотношение $\operatorname{rot} \vec{a} = \vec{0}$, называется **безвихревым** полем. Из предыдущей задачи следует, что сферически-симметричное векторное поле является безвихревым полем.

Пример 6.6.5. Доказать, что

$$\operatorname{div} \left[\vec{A}, \vec{B} \right] = \left(\vec{B}, \operatorname{rot} \vec{A} \right) - \left(\vec{A}, \operatorname{rot} \vec{B} \right). \quad (1)$$

Решение. Для решения применим правило действия оператора $\vec{\nabla}$ на произведение функций

$$\begin{aligned}
\vec{\nabla}(\varphi \cdot \omega \cdot \dots \cdot \psi) &= \\
&= \vec{\nabla} \left(\overset{\vee}{\varphi} \cdot \omega \cdot \dots \cdot \psi \right) + \vec{\nabla} \left(\varphi \cdot \overset{\vee}{\omega} \cdot \dots \cdot \psi \right) + \dots + \vec{\nabla} \left(\varphi \cdot \omega \cdot \dots \cdot \overset{\vee}{\psi} \right), \quad (2)
\end{aligned}$$

где символ $\vee$ над функцией устанавливает порядок действия оператора $\vec{\nabla}$ на соответствующую функцию. Для скалярных полей имеется в виду просто произведение функций, для векторных полей произведение может быть как скалярным, так и векторным.

Учитывая, что

$$\operatorname{div} \left[\vec{A}, \vec{B} \right] = \left(\vec{\nabla}, \left[\vec{A}, \vec{B} \right] \right),$$

в левой части (1) получаем:

$$\operatorname{div} \left[\vec{A}, \vec{B} \right] = \left(\vec{\nabla}, \left[\vec{A}, \vec{B} \right] \right) = \left(\vec{\nabla}, \left[\overset{\vee}{\vec{A}}, \vec{B} \right] \right) + \left(\vec{\nabla}, \left[\vec{A}, \overset{\vee}{\vec{B}} \right] \right),$$

Первое смешанное произведение в правой части последнего равенства преобразуется к виду:

$$\left(\vec{\nabla}, \left[\overset{\vee}{\vec{A}}, \vec{B} \right] \right) = \left(\left[\vec{\nabla}, \vec{A} \right], \vec{B} \right) = \left(\vec{B}, \left[\vec{\nabla}, \vec{A} \right] \right) = \left(\vec{B}, \operatorname{rot} \vec{A} \right). \quad (3)$$

Аналогично, второе смешанное произведение в правой части того же равенства преобразуется к виду

$$\left(\vec{\nabla}, \left[\vec{A}, \overset{\vee}{\vec{B}} \right] \right) = - \left(\vec{\nabla}, \left[\overset{\vee}{\vec{B}}, \vec{A} \right] \right) = - \left(\vec{A}, \left[\vec{\nabla}, \vec{B} \right] \right) = - \left(\vec{A}, \operatorname{rot} \vec{B} \right). \quad (4)$$

Складывая (3) и (4), получаем (1). $\otimes$

Пример 6.6.6. Доказать, что справедлива формула

$$\operatorname{rot} \left(u \cdot \vec{A} \right) = \left[\vec{\operatorname{grad}} u, \vec{A} \right] + u \cdot \operatorname{rot} \vec{A},$$

где $u(M)$ – скалярное, а $\vec{A}(M)$ – векторное поля.

Р е ш е н и е. Преобразуем левую часть:

$$\begin{aligned} \operatorname{rot} \left(u \cdot \vec{A} \right) &= \left[\vec{\nabla}, u \cdot \vec{A} \right] = \left[\vec{\nabla}, \overset{\vee}{u} \cdot \vec{A} \right] + \left[\vec{\nabla}, u \cdot \overset{\vee}{\vec{A}} \right] = \\ &= \left[\vec{\nabla} u, \vec{A} \right] + u \cdot \left[\vec{\nabla}, \vec{A} \right] = \left[\vec{\operatorname{grad}} u, \vec{A} \right] + u \cdot \operatorname{rot} \vec{A}. \quad \otimes \end{aligned}$$

Пример 6.6.7. Доказать, что справедлива формула

$$\operatorname{rot} \operatorname{rot} \vec{A} = \operatorname{grad} \operatorname{div} \vec{A} - \Delta \vec{A},$$

где Δ – оператор Лапласа $\Delta = \left(\vec{\nabla}, \vec{\nabla} \right)$.

Решение. Для доказательства используем формулу для двойного векторного произведения

$$\left[\vec{A}, \left[\vec{B}, \vec{C} \right] \right] = \vec{B} \left(\vec{A}, \vec{C} \right) - \vec{C} \left(\vec{A}, \vec{B} \right),$$

полагая $\vec{A} = \vec{B} = \vec{\nabla}$, получим:

$$\operatorname{rot} \operatorname{rot} \vec{A} = \left[\vec{\nabla}, \left[\vec{\nabla}, \vec{A} \right] \right] = \vec{\nabla} \left(\vec{\nabla}, \vec{A} \right) - \left(\vec{\nabla}, \vec{\nabla} \right) \vec{A} = \operatorname{grad} \operatorname{div} \vec{A} - \Delta \vec{A}. \otimes$$

Пример 6.6.8. Найти циркуляцию векторного поля

$$\vec{A} = x^3 \vec{e}_1 - y^2 \vec{e}_2 + y \vec{e}_3$$

по замкнутому контуру $(t \in [0, 2\pi])$, заданному уравнениями

$$x = \cos t, \quad y = 3 \sin t, \quad z = \cos t - \sin t.$$

Решение. По определению циркуляция равна криволинейному интегралу второго рода

$$C = \oint_{\Gamma} \left(\vec{A}, d\vec{x} \right) = \oint_{\Gamma} x^3 dx - y^2 dy + y dz.$$

Криволинейный интеграл вычисляем, сводя его к определённым интегралам:

$$\begin{aligned} & \oint_{\Gamma} x^3 dx - y^2 dy + y dz = \\ & = \int_0^{2\pi} \left(-\cos^3 t \sin t - 27 \sin^2 t \cos t - 3 \sin^2 t - 3 \sin t \cos t \right) dt = \\ & = - \int_0^{2\pi} \cos^3 t \sin t dt - 27 \int_0^{2\pi} \sin^2 t \cos t dt - 3 \int_0^{2\pi} \sin^2 t dt - 3 \int_0^{2\pi} \sin t \cos t dt = \\ & = \int_0^{2\pi} \cos^3 t d(\cos t) - 27 \int_0^{2\pi} \sin^2 t d(\sin t) - \end{aligned}$$

$$-\frac{3}{2} \int_0^{2\pi} \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{2} \cos 2t \right) d(2t) - 3 \int_0^{2\pi} \sin t d(\sin t) = -3\pi. \otimes$$

Пример 6.6.9. Найти циркуляцию векторного поля

$$\vec{F} = -\omega x_2 \vec{e}_1 + \omega x_1 \vec{e}_2$$

по простому замкнутому контуру, представляющему собой окружность с центром в начале системы координат и радиусом R , в положительном направлении.

Решение. Параметризация окружности

$$x_1 = R \cos t, \quad x_2 = R \sin t,$$

где $t \in [0, 2\pi]$. Поэтому по определению циркуляции получаем:

$$\begin{aligned} C &= \oint_{\Gamma} \left(\vec{F}, d\vec{x} \right) = \oint_{\Gamma} -\omega x_2 dx_1 + \omega x_1 dx_2 = \\ &= \omega \int_0^{2\pi} (R^2 \sin^2 t + R^2 \cos^2 t) dt = 2\pi R^2 \omega. \otimes \end{aligned}$$

Пример 6.6.10. Найти циркуляцию векторного поля

$$\vec{F} = (x_1 + 3x_2 + 2x_3) \vec{e}_1 + (2x_1 + x_3) \vec{e}_2 + (x_1 - x_2) \vec{e}_3$$

по контуру треугольника ABC , если $A(2; 0; 0)$, $B(0; 3; 0)$, $C(0; 0; 1)$.

Решение. Для решения применим формулу Стокса, согласно которой

$$C = \oint_{\Gamma} \left(\vec{F}, d\vec{x} \right) = \iint_S \left(\vec{n}, \operatorname{rot} \vec{F} \right) ds.$$

Уравнение плоскости, в которой лежит треугольник, имеет вид

$$\frac{x_1}{2} + \frac{x_2}{3} + \frac{x_3}{1} = 1,$$

или

$$3x_1 + 2x_2 + 6x_3 = 6.$$

Находим ротор векторного поля:

$$\begin{aligned}
\vec{rot F} &= \begin{vmatrix} \vec{e}_1 & \vec{e}_2 & \vec{e}_3 \\ \frac{\partial}{\partial x_1} & \frac{\partial}{\partial x_2} & \frac{\partial}{\partial x_3} \\ x_1 + 3x_2 + 2x_3 & 2x_1 + x_3 & x_1 - x_2 \end{vmatrix} = \\
&= \left[\frac{\partial}{\partial x_2} (x_1 - x_2) - \frac{\partial}{\partial x_3} (2x_1 + x_3) \right] \vec{e}_1 - \\
&- \left[\frac{\partial}{\partial x_1} (x_1 - x_2) - \frac{\partial}{\partial x_3} (x_1 + 3x_2 + 2x_3) \right] \vec{e}_2 + \\
&- \left[\frac{\partial}{\partial x_1} (2x_1 + x_3) - \frac{\partial}{\partial x_2} (x_1 + 3x_2 + 2x_3) \right] \vec{e}_3 = -2\vec{e}_1 + \vec{e}_2 - \vec{e}_3.
\end{aligned}$$

Теперь циркуляция

$$\begin{aligned}
C &= \oint_{\Gamma} \left(\vec{F}, d\vec{x} \right) = \iint_S \left(\vec{n}, \vec{rot F} \right) ds = \\
&= -2 \iint_{G^{23}} dx_2 dx_3 + \iint_{G^{13}} dx_3 dx_1 - \iint_{G^{12}} dx_1 dx_2 = \\
&= -2 \int_0^3 dx_2 \int_0^{1-x_2/3} dx_3 + \int_0^1 dx_3 \int_0^{2-x_3} dx_1 - \int_0^2 dx_1 \int_0^{3-3x_1/2} dx_2 = \\
&= -2 \left[x_2 - \frac{1}{6} x_2^2 \right]_0^3 + \left[2x_3 - x_3^2 \right]_0^1 - \left[3x_1 - \frac{3}{4} x_1^2 \right]_0^2 = -5. \otimes
\end{aligned}$$

Пример 6.6.11. Найти циркуляцию векторного поля

$$\vec{F} = x_2 \vec{e}_1 - x_1 \vec{e}_2 + a \vec{e}_3 \quad (a = \text{const})$$

вдоль окружности с уравнением

$$x_1^2 + x_2^2 = 1, \quad x_3 = 0$$

в положительном направлении двумя способами.

Решение. 1) Вычислим циркуляцию непосредственно, учитывая, что параметризация окружности имеет вид ($R = 1$):

$$x_1 = \cos t, \quad x_2 = \sin t.$$

Теперь имеем:

$$\begin{aligned} C &= \oint_{\Gamma} \left(\vec{F}, d\vec{x} \right) = \oint_{\Gamma} F_1 dx_1 + F_2 dx_2 + F_3 dx_3 = \\ &= \int_0^{2\pi} [\sin t(-\sin t) - \cos t \cos t] dt = - \int_0^{2\pi} (\sin^2 t + \cos^2 t) dt = -2\pi. \end{aligned}$$

2) Вычислим циркуляцию по формуле Стокса. Сначала найдём ротор векторного поля:

$$\operatorname{rot} \vec{F} = \begin{vmatrix} \vec{e}_1 & \vec{e}_2 & \vec{e}_3 \\ \frac{\partial}{\partial x_1} & \frac{\partial}{\partial x_2} & \frac{\partial}{\partial x_3} \\ x_2 & -x_1 & a \end{vmatrix} = -2 \vec{e}_3.$$

Нормаль плоскости треугольника $\vec{n} = \vec{e}_3$. Следовательно, имеем

$$\begin{aligned} C &= \oint_{\Gamma} \left(\vec{F}, d\vec{x} \right) = \iint_S \left(\vec{n}, \operatorname{rot} \vec{F} \right) ds = -2 \iint_S \left(\vec{n}, \vec{e}_3 \right) ds = -2 \iint_S dx_1 dx_2 = \\ &= -2 \int_0^{2\pi} d\varphi \int_0^2 r dr = -2 \cdot 2\pi \cdot \frac{1}{2} = -2\pi. \quad \otimes \end{aligned}$$

Пример 6.6.12. Найти поток радиус-вектора

$$\vec{r} = x \vec{e}_1 + y \vec{e}_2 + z \vec{e}_3$$

через произвольную гладкую замкнутую поверхность F , ограничивающую область Ω , имеющую объём V .

Решение. Находим дивергенцию поля радиус-вектора:

$$\operatorname{div} \vec{r} = 1 + 1 + 1 = 3.$$

Воспользуемся формулой Остроградского-Гаусса (10.10.13):

$$\oint_F \left(\vec{r}, d\vec{s} \right) = \iiint_V \left(\vec{\nabla}, \vec{r} \right) dV = 3 \iiint_V dV = 3V.$$

Из полученной формулы следует формула для вычисления объёма области Ω при помощи поверхностных интегралов

$$V = \frac{1}{3} \iint_F \left(\vec{r}, \vec{n} \right) ds,$$

которая в декартовых координатах принимает вид

$$V = \frac{1}{3} \iint_F (x n_1 + y n_2 + z n_3) ds = \frac{1}{3} \iint_F (x \cos \alpha + y \cos \beta + z \cos \gamma) ds,$$

где $\cos \alpha, \cos \beta, \cos \gamma$ – координаты орта нормали $\vec{n}$. $\otimes$

Пример 6.6.13. Найти поток векторного поля радиус-вектора

$$\vec{r} = x \vec{e}_1 + y \vec{e}_2 + z \vec{e}_3$$

Через поверхность с уравнением

$$z = 1 - \sqrt{x^2 + y^2}, \quad z = 0 \quad (0 \leq z \leq 1).$$

Решение. Воспользуемся теоремой Остроградского-Гаусса:

$$\Phi = \iint_S \left(\vec{F}, \vec{n} \right) ds = \iiint_V \operatorname{div} \vec{F} dv.$$

Так как

$$\operatorname{div} \vec{r} = 1 + 1 + 1 = 3,$$

а поверхность – это конус с вершиной в точке $(0; 0; 1)$, ограниченный плоскостями с уравнениями

$z = 0$ и $z = 1$, то переходя к цилиндрическим координатам, получаем:

$$\begin{aligned} \Phi &= \iint_S \left(\vec{r}, \vec{n} \right) ds = \iiint_V \operatorname{div} \vec{r} dv = 3 \iiint_V dv = 3 \iiint_{\Omega} r d\varphi dr dz = \\ &= 3 \int_0^{2\pi} d\varphi \int_0^1 r dr \int_0^{1-r} dz = 3 \int_0^{2\pi} d\varphi \int_0^1 r(1-r) dr = 3 \cdot 2\pi \cdot \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{3} \right) = \pi. \quad \otimes \end{aligned}$$

Пример 6.6.14. Найти поток поля

$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \frac{q \vec{r}}{r^2}$$

точечного источника электрического поля через сферу с уравнением

$$x^2 + y^2 + z^2 = R^2.$$

Р е ш е н и е. Поток векторного поля через поверхность вычисляется по формуле

$$\Phi = \iint_S \left(\vec{F}, d\vec{s} \right) = \iint_S \left(\vec{F}, \vec{n} \right) ds = \frac{q}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \iint_S \frac{1}{r^2} \left(\frac{\vec{r}}{r}, \vec{n} \right) ds.$$

Так как $r = R = \text{const}$ и скалярное произведение ортов

$$\left(\frac{\vec{r}}{r}, \vec{n} \right) = 1,$$

получаем:

$$\Phi = \frac{q}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \iint_S \frac{1}{r^2} \left(\frac{\vec{r}}{r}, \vec{n} \right) ds = \frac{q}{4\pi\epsilon\epsilon_0 R^2} \iint_S ds = \frac{q4\pi R^2}{4\pi\epsilon\epsilon_0 R^2} = \frac{4\pi q}{4\pi\epsilon\epsilon_0}. \otimes$$

Практическое занятие 7. Обыкновенные дифференциальные уравнения

Предварительные сведения

Простейшее обыкновенное дифференциальное уравнение (ОДУ) первого порядка имеет вид

$$\frac{dy}{dx} = f(x).$$

Его общее решение находится по определению первообразной:

$$y(x) = \int f(x) dx + C,$$

где C – произвольная постоянная величина.

Уравнение с разделёнными переменными имеют вид

$$X(x)dx + Y(y)dy = 0.$$

Общее решение этого уравнения находится по формуле

$$\int X(x)dx + \int Y(y)dy = C.$$

Уравнение с разделяющимися переменными имеет вид

$$P(x)T(y)dx + Q(x)S(y)dy = 0.$$

После разделения переменных получаем уравнение с разделёнными переменными

$$\frac{P(x)}{Q(x)}dx + \frac{S(y)}{T(y)}dy = 0,$$

решая которое, получаем общее решение в виде

$$\int \frac{P(x)}{Q(x)} dx + \int \frac{S(y)}{T(y)} dy = C.$$

Линейное неоднородное ОДУ первого порядка в приведённой форме записи имеет вид

$$\frac{dy}{dx} + p(x)y = f(x).$$

Ему соответствует однородное уравнение

$$\frac{dy}{dx} + p(x)y = 0.$$

Однородное уравнение решается путём разделения переменных, а неоднородное методом вариации произвольной постоянной. Формула для общего решения неоднородного уравнения имеет вид

$$z(x) = \left(\int f(x) e^{\int p(x) dx} dx + A \right) \cdot e^{-\int p(x) dx}.$$

Простейшее ОДУ высшего порядка имеет вид:

$$\frac{d^n y}{dx^n} = f(x).$$

Его общее решение находится путём последовательного интегрирования и имеет вид:

$$y(x) = \underbrace{\int \int \dots \int f(x) dx dx \dots dx}_{n \text{ раз}} + C_1 \frac{x^{n-1}}{(n-1)!} + C_2 \frac{x^{n-2}}{(n-2)!} + C_3 + \dots \\ + C_{n-2} \frac{x^2}{2!} + C_{n-1} x + C_n.$$

Линейное ОДУ высшего порядка, соответственно, неоднородное и однородно, имеет вид:

$$p_0(x) \frac{d^n y}{dx^n} + p_1(x) \frac{d^{n-1} y}{dx^{n-1}} + \dots + p_{n-1}(x) \frac{dy}{dx} + p_n(x) y = g(x),$$

$$p_0(x) \frac{d^n y}{dx^n} + p_1(x) \frac{d^{n-1} y}{dx^{n-1}} + \dots + p_{n-1}(x) \frac{dy}{dx} + p_n(x) y = 0.$$

Задача Коши для уравнения (неоднородного, или однородного) ставится так: **найти решение соответствующего уравнения, удовлетворяющее начальным условиям**

$$y|_{x=x_0} = y_0, \frac{dy}{dx}|_{x=x_0} = y_0^1, \dots, \frac{d^{n-1} y}{dx^{n-1}}|_{x=x_0} = y_0^{n-1}.$$

Линейное ОДУ второго порядка с постоянными коэффициентами имеет вид

$$\frac{d^2 y}{dx^2} + p_1 \frac{dy}{dx} + p_2 y = f(x).$$

Находя линейно независимую систему решений соответствующего однородного уравнения

$$\frac{d^2 y}{dx^2} + p_1 \frac{dy}{dx} + p_2 y = 0,$$

– **фундаментальную систему решений** (ФСР) $\{y_1, y_2\}$, можем составить общее решение однородного уравнения в виде линейной комбинации найденных частных решений.

При подстановке в однородное уравнение функции e^{kx} приходим к характеристическому уравнению

$$k^2 + p_1 k + p_2 = 0.$$

В зависимости от того, какие решения будут у характеристического уравнения, приходим к следующим трём случаям построения общего решения однородного дифференциального уравнения.

1) Корни характеристического уравнения простые и вещественные, то есть $k_1 \neq k_2 \in R^1$.

Тогда ФСР есть $\{e^{k_1 x}, e^{k_2 x}\}$ и общее решение имеет вид

$$y(x) = C_1 y_1(x) + C_2 y_2(x) = C_1 e^{k_1 x} + C_2 e^{k_2 x}.$$

2) Корень k вещественный, кратности 2. Тогда ФСР есть $\{e^{kx}, xe^{kx}\}$ и общее решение

имеет вид

$$y(x) = C_1 y_1(x) + C_2 y_2(x) = e^{kx} (C_1 + x C_2).$$

3) Корни комплексно-сопряжённые $k_1 = \alpha + \beta i$, $k_2 = \alpha - \beta i$. Тогда ФСР есть $\{e^{\alpha x} \cos \beta x, e^{\alpha x} \sin \beta x\}$ и общее решение имеет вид

$$y(x) = C_1 y_1(x) + C_2 y_2(x) = e^{\alpha x} (C_1 \cos \beta x + C_2 \sin \beta x).$$

Для решения неоднородного уравнения применяется **метод Лагранжа**. Решение неоднородного уравнения ищется в виде

$$z(x) = C_1(x) y_1(x) + C_2(x) y_2(x)$$

Составляется СЛАУ следующего вида

$$\begin{cases} y_1(x) \frac{dC_1(x)}{dx} + y_2(x) \frac{dC_2(x)}{dx} = 0, \\ \frac{dy_1(x)}{dx} \frac{dC_1(x)}{dx} + \frac{dy_2(x)}{dx} \frac{dC_2(x)}{dx} = f(x). \end{cases}$$

Здесь $C_1(x)$ и $C_2(x)$ – новые функции, подлежащие определению, а $y_1(x)$ и $y_2(x)$ – элементы ФСР соответствующего однородного уравнения. Решение СЛАУ относительно производных новых функций ищется любым методом. В общем виде это решение записывается так

$$\begin{cases} \frac{dC_1(x)}{dx} = \varphi(x), \\ \frac{dC_2(x)}{dx} = \psi(x). \end{cases}$$

Интегрируя эти независимые простейшие ОДУ, и подставляя результаты в общий вид решения неоднородного уравнения, получаем общее решение в форме

$$z(x) = A_1 y_1(x) + A_2(x) y_2(x) + y_1(x) \int \varphi(x) dx + y_2(x) \int \psi(x) dx.$$

Примеры с решением

Пример 6.7.1. Найти интегральные кривые дифференциального уравнения

$$6x dx - 6y dy = 2x^2 y dy - 3xy^2 dx.$$

Решение. 1) Перепишем данное уравнение в виде

$$2y(x^2 + 3)dy = 3x(2 + y^2)dx.$$

2) Замечаем, что $x^2 + 3 > 0$, $2 + y^2 > 0$. Поэтому можно разделить переменные, деля обе части уравнения на $(x^2 + 3)(2 + y^2)$:

$$\frac{2y}{2 + y^2} dy = \frac{3x}{x^2 + 3} dx.$$

3) Используем формулу для нахождения решения:

$$\int \frac{2y}{2 + y^2} dy + C_1 = \int \frac{3x}{x^2 + 3} dx + C_2;$$

$$\ln(2 + y^2) = \frac{3}{2} \ln(x^2 + 3) + C;$$

$$C = C_2 - C_1.$$

4) Преобразуем полученный интеграл:

$$2 \ln(2 + y^2) - 3 \ln(x^2 + 3) = C;$$

$$\ln \frac{(2 + y^2)^2}{(x^2 + 3)^3} = C.$$

Ответ: Интегральные кривые определяются уравнением

$$\ln \frac{(2+y^2)^2}{(x^2+3)^3} = C$$

при всевозможных значениях параметра C . $\otimes$

Пример 6.7.2. Найти частное решение уравнения

$$(1+y^2)dx = xydy,$$

если $y=1$ при $x=2$.

Решение. 1) Разделяем переменные:

$$\frac{y}{1+y^2} dy = \frac{dx}{x}.$$

2) Интегрируем полученное уравнение:

$$\int \frac{y}{1+y^2} dy = \int \frac{dx}{x} + \ln C;$$

$$\frac{1}{2} \ln(1+y^2) = \ln|x| + \ln C;$$

$$(1+y^2) = Cx^2.$$

Так как C – произвольная постоянная, то имеем

$$y^2 = Cx^2 - 1$$

3) Используем начальные условия:

$$4 = 2C; C = 2; x^2 = 2(1+y^2).$$

4) Частный интеграл:

$$y = \sqrt{\frac{x^2}{2} - 1}.$$

Ответ: $y = \sqrt{\frac{x^2}{2} - 1}$. $\otimes$

Пример 6.7.3. Найти интегральные кривые дифференциального уравнения

$$\frac{dy}{dx} = \frac{x^2 + 2xy - 5y^2}{2x^2 - 6xy}.$$

Р е ш е н и е. Это уравнение с однородной правой частью.

1) Разделим числитель и знаменатель на x^2 :

$$\frac{dy}{dx} = \frac{1 + 2\frac{y}{x} - 5\left(\frac{y}{x}\right)^2}{2 - 6\frac{y}{x}}.$$

2) Совершаем подстановку

$$u(x) = \frac{y}{x},$$

где $u(x)$ — новая искомая функция. Так как

$$y' = u + xu',$$

получаем новый вид уравнения:

$$u + x \frac{du}{dx} = \frac{1 + 2u - 5u^2}{2 - 6u}.$$

После простых преобразований получаем

$$\frac{du}{dx} x = \frac{1 + u^2}{2 - 6u}.$$

3) Разделяем переменные, предполагая, что $1 + u^2 \neq 0$, $x \neq 0$:

$$\frac{2 - 6u}{1 + u^2} du = \frac{dx}{x}.$$

4) Интегрируем:

$$2\arctgu - 3\ln(1 + u^2) = \ln|x| + C.$$

Заменяя $u(x) = \frac{y}{x}$, получаем:

$$2\operatorname{arctg}\frac{y}{x} - 3\ln\left(1 + \frac{y^2}{x^2}\right) - \ln|x| = C.$$

Ответ: Интегральные кривые определяются уравнением

$$2\operatorname{arctg}\frac{y}{x} - 3\ln\left(1 + \frac{y^2}{x^2}\right) - \ln|x| = C. \otimes$$

Пример 6.7.4. Найти общее решение уравнения

$$\frac{dy}{dx} + 3y = e^{2x}.$$

Решение. Здесь $p(x) = 3$, $f(x) = e^{2x}$.

1) Сначала решаем однородное уравнение

$$\frac{dy}{dx} = -3y,$$

соответствующее данному неоднородному уравнению:

$$\frac{dy}{dx} = -3y;$$

$$\frac{dy}{y} = -3dx;$$

$$\ln|y| = -3x + \ln C_1;$$

$$|y| = C_1 e^{-3x};$$

$$y = C_2 e^{-3x}.$$

2) Ищем решение исходного уравнения в виде $z = C_2(x)e^{-3x}$. Подстановка в исходное уравнение даёт:

$$\frac{dC_2(x)}{dx} = e^{5x};$$

$$C_2(x) = \int e^{5x} dx + C;$$

$$C_2(x) = \frac{1}{5}e^{5x} + C.$$

3) Подставляем в решение:

$$z = \frac{1}{5}e^{2x} + Ce^{-3x}.$$

Ответ: общее решение имеет вид

$$z = \frac{1}{5}e^{2x} + Ce^{-3x}. \otimes$$

Пример 6.7.5. Найти решение задачи Коши для уравнения

$$\frac{dy}{dx} - \frac{1}{x}y = -\frac{2}{x^2}$$

с начальным условием $y(1) = 1$.

Решение. Воспользуемся формулой

$$y = e^{-\int p(x)dx} \left(\int q(x)e^{\int p(x)dx} + C \right),$$

следующей из метода вариации произвольной постоянной.

1) Находим общее решение:

$$z = e^{-\int p(x)dx} \left(\int q(x)e^{\int p(x)dx} + C \right) = e^{\int \frac{dx}{x}} \left(-2 \int \frac{1}{x^2} e^{-\int \frac{1}{x} dx} \right) = \frac{1}{x} + Cx.$$

2) Используем начальное условие

$$\frac{1}{1^2} + C = 1,$$

откуда $C = 0$. Решение задачи Коши принимает вид:

$$z = \frac{1}{x}.$$

Ответ: $y = \frac{1}{x}. \otimes$

Пример 6.7.6. Найти частное решение ОДУ

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = xe^x,$$

удовлетворяющее начальным условиям $y|_{x=0} = 1, \frac{dy}{dx}|_{x=0} = 0$.

Решение. Интегрируем уравнение последовательно:

$$1) \frac{dy}{dx} = \int xe^x dx + C_1 = \left\{ \begin{array}{l} u = x, \quad du = dx, \\ dv = e^x dx, \quad v = e^x. \end{array} \right\} = xe^x - \int e^x dx + C_1 =$$

$$= (x-1)e^x + C_1;$$

$$2) y = \int (x-1)e^x dx + C_1 x + C_2 = \left\{ \begin{array}{l} u = x-1, \quad du = dx, \\ dv = e^x dx, \quad v = e^x. \end{array} \right\} =$$

$$= (x-2)e^x + C_1 x + C_2.$$

Так как в силу первого начального условия $\frac{dy}{dx}|_{x=0} = 0$, получаем:

$$(0-1)e^0 + C_1 = 0, \quad C_1 = 1.$$

Так как в силу второго начального условия $y|_{x=0} = 1$, получаем:

$$(0-2)e^0 + C_1 \cdot 0 + C_2 = 1, \quad C_2 = 3.$$

Теперь частное решение, удовлетворяющее заданным условиям, принимает вид

$$y = (x-2)e^x + x + 3. \quad \otimes$$

Пример 6.7.7. Найти общее решение ОДУ

$$\left(\frac{d^2 y}{dx^2} \right)^2 - 3 \frac{d^2 y}{dx^2} + 2 = 0.$$

Решение. Решаем уравнение относительно $z = \frac{d^2 y}{dx^2}$:

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = 1, \quad \frac{d^2 y}{dx^2} = 2.$$

Интегрируем получившиеся ОДУ последовательно:

$$1) \frac{d^2 y}{dx^2} = 1, \frac{dy}{dx} = x + C_1, y = \frac{1}{2}x^2 + C_1x + C_2;$$

$$2) \frac{d^2 y}{dx^2} = 2, \frac{dy}{dx} = 2x + C_3, y = x^2 + C_3x + C_4.$$

Совокупность этих решений образует общий интеграл ОДУ.

Так как квадратный трёхчлен имеет разложение

$$z^2 - 3z + 2 = (z - z_1)(z - z_2),$$

то общий интеграл ОДУ имеет вид:

$$\left(y - \frac{1}{2}x^2 - C_1x - C_2\right) \cdot (y - x^2 - C_3x - C_4) = 0. \otimes$$

Пример 6.7.8. Найти общее решение ОДУ

$$\frac{d^3 y}{dx^3} = -\frac{1}{2} \left(\frac{d^2 y}{dx^2} \right)^3.$$

Решение. Положим $\frac{d^2 y}{dx^2} = Z$, тогда из уравнения получаем

$$\frac{dz}{dx} = -\frac{1}{2}z^3.$$

Интегрируя получившееся уравнение, получаем

$$\frac{dz}{dx} = -\frac{1}{2}z^3, \frac{dz}{z^3} = -\frac{1}{2}dx, \frac{1}{z^2} = x + C_1, z^2 = \frac{1}{x + C_1}.$$

Заменяя $Z = \frac{d^2 y}{dx^2}$, получаем уравнение

$$\left(\frac{d^2 y}{dx^2} \right)^2 = \frac{1}{x + C_1}.$$

Уравнение содержит только x и y . Разрешая его относительно $\frac{d^2 y}{dx^2}$, получаем

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = \frac{\pm 1}{\sqrt{x + C_1}}.$$

Это уравнение интегрируем последовательно:

$$\frac{dy}{dx} = \pm \int \frac{dx}{\sqrt{x + C_1}} + C_2 = \{dx = d(x + C_1)\} =$$

$$= \pm \int (x + C_1)^{-1/2} d(x + C_1) + C_2 = \pm (x + C_1)^{1/2} + C_2$$

$$y_1 = \int (x + C_1)^{1/2} dx + C_2 x + C^3 = (x + C_1)^{3/2} + C_2 x + C^3,$$

$$y_2 = -\int (x + C_1)^{1/2} dx + C_2 x + C^3 = -(x + C_1)^{3/2} + C_2 x + C^3. \otimes$$

Пример 6.7.9. Найти общее решение линейного однородного дифференциального уравнения

$$\frac{d^2 y}{dx^2} + \frac{dy}{dx} - 2y = 0.$$

Решение. Характеристическое уравнение

$$k^2 + k - 2 = 0.$$

Корни характеристического уравнения

$$k_1 = -2, k_2 = 1.$$

Фундаментальная система решений

$$\{e^{-2x}, e^x\}.$$

Общее решение имеет вид:

$$y(x) = C_1 e^{-2x} + C_2 e^x. \otimes$$

Пример 6.7.10. Найти общее решение линейного однородного дифференциального уравне-

ния

$$\frac{d^2 y}{dx^2} - 2 \frac{dy}{dx} + y = 0.$$

Р е ш е н и е. Характеристическое уравнение

$$k^2 - 2k + 1 = 0.$$

Корни характеристического уравнения

$$k_1 = k_2 = 1.$$

Фундаментальная система решений

$$\{e^x, xe^x\}.$$

Общее решение имеет вид:

$$y(x) = (C_1 + C_2 x)e^x. \otimes$$

Пример 6.7.11. Найти общее решение линейного однородного дифференциального уравнения

$$\frac{d^2 y}{dx^2} - 4 \frac{dy}{dx} + 13y = 0.$$

Р е ш е н и е. Характеристическое уравнение

$$k^2 - 4k + 13 = 0.$$

Корни характеристического уравнения

$$k_1 = 2 + 3i, k_2 = 2 - 3i.$$

Фундаментальная система решений

$$\{e^{2x} \cos 3x, e^{2x} \sin 3x\}.$$

Общее решение имеет вид:

$$y(x) = e^{2x}(C_1 \cos 3x + C_2 \sin x). \otimes$$

Пример 6.7.12. Найти общее решение линейного однородного дифференциального уравнения

$$\frac{d^3 y}{dx^3} - 2 \frac{d^2 y}{dx^2} - \frac{dy}{dx} + 2y = 0.$$

Р е ш е н и е. Характеристическое уравнение

$$k^3 - 2k^2 - k + 2 = 0.$$

Преобразуем характеристическое уравнение:

$$(k^2 - 1)(k - 2) = 0.$$

Корни характеристического уравнения

$$k_1 = -1, k_2 = 1, k_3 = 2.$$

Фундаментальная система решений

$$\{e^{-x}, e^x, e^{2x}\}.$$

Общее решение имеет вид:

$$y(x) = C_1 e^{-x} + C_2 e^x + C_3 e^{2x}. \otimes$$

Пример 6.7.13. Найти общее решение линейного однородного дифференциального уравнения

$$\frac{d^3 y}{dx^3} - 4 \frac{d^2 y}{dx^2} + 6 \frac{dy}{dx} - 4y = 0.$$

Решение. Характеристическое уравнение

$$k^3 - 4k^2 + 6k - 4 = 0.$$

Корень ищем среди множителей свободного члена, это 2 и 4. Проверяем 2, для чего делим уголком:

$$k^3 - 4k^2 + 6k - 4 = (k - 2)(k^2 - 2k + 2).$$

Уравнение принимает вид:

$$(k - 2)(k^2 - 2k + 2) = 0.$$

Находим оставшиеся корни характеристического уравнения

$$k_1 = 2, k_2 = 1 + i, k_3 = 1 - i.$$

Фундаментальная система решений

$$\{e^{2x}, e^x \cos x, e^x \sin x\}.$$

Общее решение записывается в виде:

$$y(x) = C_1 e^{2x} + e^x (C_2 \cos x + C_3 \sin x). \otimes$$

Пример 6.7.14. Найти общее решение линейного неоднородного дифференциального уравнения

$$\frac{d^2 y}{dx^2} - y = x^2 - x + 1.$$

Р е ш е н и е. 1) Однородное уравнение

$$\frac{d^2 y}{dx^2} - y = 0.$$

Характеристическое уравнение

$$k^2 - 1 = 0.$$

Корни характеристического уравнения

$$k_1 = -1, k_2 = 1.$$

Фундаментальная система решений

$$\{e^{-x}, e^x\}.$$

Общее решение имеет вид:

$$y(x) = C_1 e^{-x} + C_2 e^x.$$

2) Решение неоднородного уравнения ищем в виде

$$z(x) = C_1(x) e^{-x} + C_2(x) e^x.$$

Система линейных алгебраических уравнений для производных новых функций в общем виде

$$\begin{cases} y_1 \frac{dC_1}{dx} + y_2 \frac{dC_2}{dx} = 0, \\ \frac{dy_1}{dx} \frac{dC_1}{dx} + \frac{dy_2}{dx} \frac{dC_2}{dx} = f(x). \end{cases}$$

В нашем случае

$$\begin{cases} e^{-x} \frac{dC_1}{dx} + e^x \frac{dC_2}{dx} = 0, \\ -e^{-x} \frac{dC_1}{dx} + e^x \frac{dC_2}{dx} = x^2 - x + 1. \end{cases}$$

Решаем систему, например, по формулам Крамера, в результате получаем:

$$\frac{dC_1}{dx} = -\frac{1}{2} e^x (x^2 - x + 1); \quad \frac{dC_2}{dx} = \frac{1}{2} e^{-x} (x^2 - x + 1).$$

3) Решение первого из уравнений:

$$C_1 = -\frac{1}{2} \int e^x (x^2 - x + 1) dx + A_1 = \dots = \left(-\frac{1}{2} x^2 + \frac{3}{2} x - 2 \right) e^x + A_1.$$

Решение второго уравнения:

$$C_2 = -\frac{1}{2} \int e^{-x} (x^2 - x + 1) dx + A_2 = \dots = \left(-\frac{1}{2} x^2 - \frac{3}{2} x + 12 \right) e^{-x} + A_2.$$

Общее решение неоднородного уравнения

$$z(x) = A_1 e^{-x} + A_2 e^x - x^2 + x - 1. \otimes$$

Пример 6.7.15. С аэростата, падающего с высоты H со скоростью V_0 , сбросили балласт, после чего его падение замедлилось и через некоторое время сменилось подъёмом, так что через время t_0 аэростат поднялся на высоту, с которой сбросили балласт. Считая, что масса аэростата без балласта равна m , а сила сопротивления воздуха R и подъёмная сила аэростата T постоянны, определить, сколько времени после сброса балласта аэростат опускался.

Решение. Начало системы координат поместим в нижнюю точку траектории аэростата, ось OZ направим вертикально вверх (рисунок 1). По условию задачи силы, действующие на аэростат в течение всего времени движения остаются постоянными.

Уравнение второго закона динамики для опускающегося аэростата имеет вид:

$$m \ddot{z} = T + R - G, \quad (1)$$

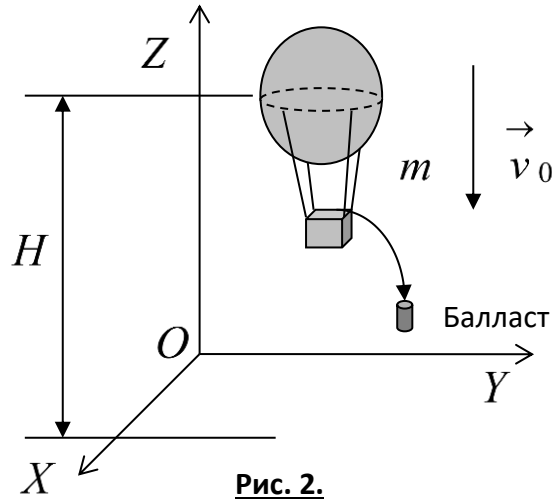
где $G = mg$ – сила тяжести. В начальный момент времени аэростат находился на высоте H , поэтому начальные условия запишутся в виде

$$z(0) = H, \quad \dot{z}(0) = -v_0. \quad (2)$$

Уравнение (1) – это простейшее обыкновенное дифференциальное уравнение, не содержащее в правой части искомой функции и независимой переменной. Интегрируя два раза, получаем:

$$m \dot{z} = (T + R - G)t + C_1, \quad (3)$$

$$mz = \frac{T + R - G}{2} t^2 + C_1 t + C_2. \quad (4)$$



Используя начальные условия (2), получаем для постоянных: $C_1 = -mv_0$, $C_2 = mH$.

Теперь уравнения движения принимают вид:

$$\dot{z} = \frac{T + R - G}{m}t - v_0, \quad (5)$$

$$z = \frac{T + R - G}{2m}t^2 - v_0t + H. \quad (6)$$

Для поднимающегося аэростата уравнение второго закона динамики и начальные условия имеют вид:

$$m\ddot{z} = T - R - G, \quad (7)$$

$$z(0) = 0, \quad \dot{z}(0) = 0. \quad (8)$$

Интегрируя (7), получаем:

$$m\dot{z} = (T - R - G)t + C_1, \quad (9)$$

$$mz = \frac{T - R - G}{2}t^2 + C_1t + C_2. \quad (10)$$

Из начальных условий (8) для постоянных получаем $C_1 = 0$, $C_2 = 0$, откуда получаем уравнение движения:

$$z = \frac{T - R - G}{2m} t^2. \quad (11)$$

Обозначим время падения аэростата t_1 , а время подъёма t_2 . Из условия задачи $t_0 = t_1 + t_2$

. Подставляя $t = t_1$, $\dot{z}(t_1) = 0$, $z(t_1) = 0$ в (5) и (6) и $t = t_2$, $z(t_2) = H$ в (11), получаем систему уравнений

$$\begin{cases} \frac{T + R - G}{m} t_1 - v_0 = 0, \\ \frac{T + R - G}{2m} t_1^2 - v_0 t_1 + H = 0, \\ \frac{T - R - G}{2m} t_2^2 = H. \end{cases} \quad (12)$$

Исключая из уравнений системы (12) неизвестные H и v_0 с учётом того, что $t_2 = t_0 - t_1$, получаем:

$$t_1 = \frac{t_0}{1 + \frac{\sqrt{T + R - mg}}{T - R - mg}}. \quad \otimes$$

Пример 6.7.16. Грузовик массой m имеет максимальную скорость $V_{\max}$ и разгоняется с места до скорости V_* за время t_* . Сила сопротивления пропорциональна скорости. Чему равняется средняя сила тяги двигателя грузовика?

Решение. Силы, действующие на грузовик, изображены на рисунке 2. При решении задачи предполагаем, что средняя сила тяги двигателя $\vec{F}$ постоянна.

После проектирования на оси системы координат дифференциальное уравнение движения имеет вид:

$$m \ddot{x} = F - R.$$

Здесь сила трения $\vec{R} = k \vec{v}$, где коэффициент динамического трения $k > 0$ неизвестен; $\vec{N}$ – сила реакции опоры (дороги); $\vec{G}$ – сила тяжести.

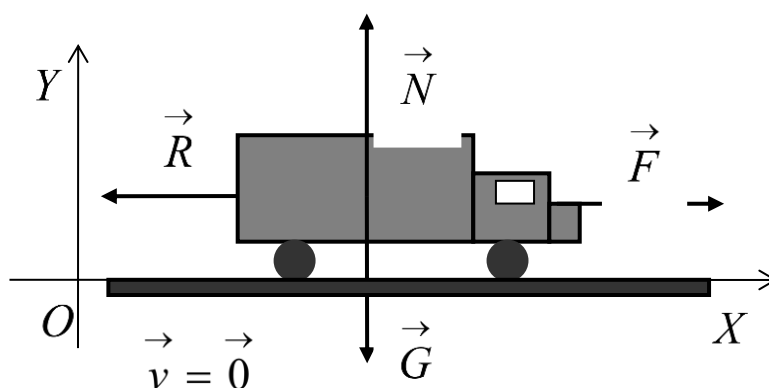


Рис. 2.

Обозначая $\dot{X} = v$, получаем:

$$m\dot{v} = F - kv \Rightarrow m \frac{dv}{dt} = F - kv \Rightarrow \frac{mdv}{F - kv} = dt \Rightarrow$$

$$-\frac{m}{k} \int \frac{d(F - kv)}{F - kv} = t + C \Rightarrow -\frac{m}{k} \ln(F - kv) = t + C.$$

Начальные условия $x(0) = 0$ и $\dot{x}(0) = v(0) = 0$. Из условия на скорость получаем, что

$$C = -\frac{m}{k} \ln F. \text{ Подстановка даёт}$$

$$t = -\frac{m}{k} \ln(F - kv) + \frac{m}{k} \ln F = -\frac{m}{k} \ln \frac{F - kv}{F} \Rightarrow t = -\frac{m}{k} \ln \left(1 - \frac{kv}{F} \right). \quad (1)$$

Так как задана максимальная скорость $v_{\max}$, то из необходимого условия экстремума получаем:

$$\frac{dv}{dt} = 0 \Rightarrow m\ddot{x} = F - kv_{\max} = 0 \Rightarrow k = \frac{F}{v_{\max}}. \quad (2)$$

Подставляя (2) в (1), при $t = t_*$ и $v = v_*$, получаем:

$$t_* = -\frac{m}{F/v_{\max}} \ln \left(1 - \frac{(F/v_{\max})v_*}{F} \right) \Rightarrow t_* = -\frac{mv_{\max}}{F} \ln \left(1 - \frac{v_*}{v_{\max}} \right) \Rightarrow$$

$$F = -\frac{mv_{\max}}{t_*} \ln \frac{v_{\max} - v_*}{v_{\max}} \Rightarrow F = \frac{mv_{\max}}{t_*} \ln \frac{v_{\max}}{v_{\max} - v_*}. \otimes$$

Практическое занятие 8. Системы ОДУ

Предварительные сведения

Системы ОДУ вида

$$\begin{cases} \frac{dy^1}{dt} = f^1(t, y^1, y^2, \dots, y^n), \\ \frac{dy^2}{dt} = f^2(t, y^1, y^2, \dots, y^n), \\ \dots\dots\dots, \\ \frac{dy^n}{dt} = f^n(t, y^1, y^2, \dots, y^n). \end{cases}$$

называются **системами ОДУ в нормальной форме**, или просто нормальными системами.

Если функции в правой части системы нормальной ОДУ зависят от искомых функций $\{y^1(t), y^2(t), \dots, y^n(t)\}$ линейным образом, то есть

$$f^k(t, y^1, y^2, \dots, y^n) = \sum_{j=1}^n p_j^k y^j + f^k(t),$$

то нормальную систему ОДУ можно переписать в виде

$$\begin{cases} \frac{dy^1}{dt} = \sum_{j=1}^n p_j^1 y^j + f^1(t), \\ \frac{dy^2}{dt} = \sum_{j=1}^n p_j^2 y^j + f^2(t), \\ \dots\dots\dots, \\ \frac{dy^n}{dt} = \sum_{j=1}^n p_j^n y^j + f^n(t). \end{cases}$$

Эквивалентная матрично-векторная форма имеет вид

$$I \frac{d}{dt} |y(t)\rangle + P(t) |y(t)\rangle = |f(t)\rangle,$$

где введены обозначения для матричного дифференциального оператора

$$L = I \frac{d}{dt} + P(t) \equiv \begin{pmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 1 \end{pmatrix} \frac{d}{dt} + \begin{pmatrix} p_1^1(t) & p_2^1(t) & \dots & p_n^1(t) \\ p_1^2(t) & p_2^2(t) & \dots & p_n^2(t) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ p_1^n(t) & p_2^n(t) & \dots & p_n^n(t) \end{pmatrix},$$

и вектор-столбцов

$$|y(t)\rangle = \begin{pmatrix} y^1(t) \\ y^2(t) \\ \dots \\ y^n(t) \end{pmatrix}, \quad |f(t)\rangle = \begin{pmatrix} f^1(t) \\ f^2(t) \\ \dots \\ f^n(t) \end{pmatrix}.$$

Линейная однородная система ОДУ в нормальной форме имеет вид

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 1 \end{pmatrix} \frac{d}{dt} \begin{pmatrix} y^1(t) \\ y^2(t) \\ \dots \\ y^n(t) \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} p_1^1(t) & p_2^1(t) & \dots & p_n^1(t) \\ p_1^2(t) & p_2^2(t) & \dots & p_n^2(t) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ p_1^n(t) & p_2^n(t) & \dots & p_n^n(t) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} y^1(t) \\ y^2(t) \\ \dots \\ y^n(t) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ \dots \\ 0 \end{pmatrix},$$

или в матрично-векторной записи

$$I \frac{d}{dt} |y(t)\rangle + P(t) |y(t)\rangle = |0\rangle.$$

Система $\{|y_1(t)\rangle, |y_2(t)\rangle, \dots, |y_n(t)\rangle\}$ из n частных решений системы

$$|y_1\rangle = \begin{pmatrix} y_1^1(t) \\ y_1^2(t) \\ \dots \\ y_1^n(t) \end{pmatrix}, \quad |y_2\rangle = \begin{pmatrix} y_2^1(t) \\ y_2^2(t) \\ \dots \\ y_2^n(t) \end{pmatrix}, \quad \dots, \quad |y_m\rangle = \begin{pmatrix} y_m^1(t) \\ y_m^2(t) \\ \dots \\ y_m^n(t) \end{pmatrix}$$

называется **линейно независимой на промежутке** (a, b) , если $(\forall t \in (a, b))$

$$\alpha_1 |y_1(t)\rangle + \alpha_2 |y_2(t)\rangle + \dots + \alpha_n |y_n(t)\rangle = |0\rangle \Leftrightarrow \alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_n = 0.$$

Линейно независимая система $\{|y_1(t)\rangle, |y_2(t)\rangle, \dots, |y_n(t)\rangle\}$ из n частных решений однородно системы ОДУ в нормальной форме называется **фундаментальной системой решений (ФСР)** этой системы. Векторы ФСР можно расположить в виде матрицы, составленной из их координат по столбцам:

$$Y(t) = \begin{pmatrix} y_1^1(t) & y_2^1(t) & \dots & y_n^1(t) \\ y_1^2(t) & y_2^2(t) & \dots & y_n^2(t) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ y_1^n(t) & y_2^n(t) & \dots & y_n^n(t) \end{pmatrix}.$$

Если $\{|y_1(t)\rangle, |y_2(t)\rangle, \dots, |y_n(t)\rangle\}$ – линейно независимая система частных решений системы уравнений (4.30), то любое её решение имеет вид

$$|y(t)\rangle = \sum_{k=1}^n C_k |y_k(t)\rangle.$$

Общее решение записывается через фундаментальную матрицу в виде:

$$\begin{pmatrix} y^1(t) \\ y^2(t) \\ \dots \\ y^n(t) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} y_1^1(t) & y_2^1(t) & \dots & y_n^1(t) \\ y_1^2(t) & y_2^2(t) & \dots & y_n^2(t) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ y_1^n(t) & y_2^n(t) & \dots & y_n^n(t) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} C_1 \\ C_2 \\ \dots \\ C_n \end{pmatrix},$$

или

$$|y(t)\rangle = Y(t)|C\rangle.$$

Решение задачи Коши

$$I \frac{d}{dt} |y\rangle + P(t)|y\rangle = |0\rangle, \quad |y(t_0)\rangle = |y_0\rangle$$

получается из последней формулы за счёт выбора произвольного числового вектора $|C\rangle$. Действительно, имеем

$$|y_0\rangle = Y(t_0)|C\rangle \Rightarrow |C\rangle = Y^{-1}(t_0)|y_0\rangle,$$

причём обратная матрица $Y^{-1}(t_0)$ существует, так как матрица $Y(t_0)$ невырожденная. Подставляя найденный вектор $|C\rangle$ в формулу для общего решения, получаем решение задачи Коши в виде

$$|y(t)\rangle = Y(t)Y^{-1}(t_0)|y_0\rangle.$$

Матричная функция

$$G(t, t_0) = Y(t)Y^{-1}(t_0)$$

называется **функцией Коши**.

Решение однородной системы ОДУ

$$\frac{dy^i(t)}{dt} + \sum_{j=1}^n a_j^i y^j(t) = 0$$

Ищется в виде

$$y^1(t) = x^1 e^{-\mu t}, \quad y^2(t) = x^2 e^{-\mu t}, \quad \dots, \quad y^n(t) = x^n e^{-\mu t}.$$

Подстановка в систему ОДУ приводит к однородной СЛАУ

$$\begin{cases} (a_1^1 - \mu)x^1 + a_2^1 x^2 + \dots + a_n^1 x^n = 0, \\ a_1^2 x^1 + (a_2^2 - \mu)x^2 + \dots + a_n^2 x^n = 0, \\ \dots\dots\dots, \\ a_1^n x^1 + a_2^n x^2 + \dots + (a_n^n - \mu)x^n = 0. \end{cases}$$

Условие разрешимости СЛАУ имеет вид уравнения

$$\begin{vmatrix} a_1^1 - \mu & a_2^1 & \dots & a_n^1 \\ a_1^2 & a_2^2 - \mu & \dots & a_n^2 \\ \dots\dots\dots & \dots\dots\dots & \dots\dots\dots & \dots\dots\dots \\ a_1^n & a_2^n & \dots & a_n^n - \mu \end{vmatrix} = 0,$$

которое называется **характеристическим уравнением**.

В зависимости от структуры матрицы СЛАУ реализуются три случая существования решений характеристического уравнения и, соответственно, три случая построения фундаментальной матрицы для системы ОДУ в нормальной форме.

Случай 1. Пусть все корни $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n$ уравнения (4.69) различные и вещественные. Этот случай реализуется, если матрица A является матрицей простой структуры. Совершая последовательные подстановки μ_k ($k = \overline{1, n}$) в СЛАУ (4.68), получим n экземпляров СЛАУ для нахождения собственных векторов матрицы A :

$$\begin{cases} (a_1^1 - \mu_k)x^1 + a_2^1 x^2 + \dots + a_n^1 x^n = 0, \\ a_1^2 x^1 + (a_2^2 - \mu_k)x^2 + \dots + a_n^2 x^n = 0, \\ \dots\dots\dots, \\ a_1^n x^1 + a_2^n x^2 + \dots + (a_n^n - \mu_k)x^n = 0. \end{cases} \quad (4.70)$$

Решив n экземпляров СЛАУ (4.70), найдём линейно независимую систему собственных векторов матрицы A :

$$|x_1\rangle = \begin{pmatrix} x_1^1 \\ x_1^2 \\ \dots \\ x_1^n \end{pmatrix}, |x_2\rangle = \begin{pmatrix} x_2^1 \\ x_2^2 \\ \dots \\ x_2^n \end{pmatrix}, \dots, |x_n\rangle = \begin{pmatrix} x_n^1 \\ x_n^2 \\ \dots \\ x_n^n \end{pmatrix}.$$

Теперь общее решение системы однородной линейной ОДУ записывается в виде

$$\begin{pmatrix} y^1(t) \\ y^2(t) \\ \dots \\ y^n(t) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_1^1 e^{-\mu_1 t} & x_2^1 e^{-\mu_2 t} & \dots & x_n^1 e^{-\mu_n t} \\ x_1^2 e^{-\mu_1 t} & x_2^2 e^{-\mu_2 t} & \dots & x_n^2 e^{-\mu_n t} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_1^n e^{-\mu_1 t} & x_2^n e^{-\mu_2 t} & \dots & x_n^n e^{-\mu_n t} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} C_1 \\ C_2 \\ \dots \\ C_n \end{pmatrix} = \\
= \begin{pmatrix} C_1 x_1^1 e^{-\mu_1 t} + C_2 x_2^1 e^{-\mu_2 t} + \dots + C_n x_n^1 e^{-\mu_n t} \\ C_1 x_1^2 e^{-\mu_1 t} + C_2 x_2^2 e^{-\mu_2 t} + \dots + C_n x_n^2 e^{-\mu_n t} \\ \dots \\ C_1 x_1^n e^{-\mu_1 t} + C_2 x_2^n e^{-\mu_2 t} + \dots + C_n x_n^n e^{-\mu_n t} \end{pmatrix}.$$

Случай 2. Пусть корни характеристического уравнения (4.69) различные, но среди них имеются комплексно-сопряжённые. Тогда частные решения (4.72) и, следовательно, общее решение (4.75) будут комплексными функциями. Выделим одну из пар комплексно-сопряжённых корней: $\mu_1 = \alpha + i\beta$, $\mu_2 = \alpha - i\beta$. Этой паре корней соответствуют вещественные частные решения. Исследуем их.

Построим частное решение, соответствующее корню $\mu_1 = \alpha + i\beta$. Это *комплексное* решение имеет вид

$$\begin{pmatrix} y_1^1 \\ y_1^2 \\ \dots \\ y_1^n \end{pmatrix} = e^{-(\alpha+i\beta)t} \begin{pmatrix} x_1^1 + iz_1^1 \\ x_1^2 + iz_1^2 \\ \dots \\ x_1^n + iz_1^n \end{pmatrix}, \quad \begin{pmatrix} y_2^1 \\ y_2^2 \\ \dots \\ y_2^n \end{pmatrix} = e^{-(\alpha+i\beta)t} \begin{pmatrix} x_2^1 + iz_2^1 \\ x_2^2 + iz_2^2 \\ \dots \\ x_2^n + iz_2^n \end{pmatrix}, \\
\dots, \quad \begin{pmatrix} y_n^1 \\ y_n^2 \\ \dots \\ y_n^n \end{pmatrix} = e^{-(\alpha+i\beta)t} \begin{pmatrix} x_n^1 + iz_n^1 \\ x_n^2 + iz_n^2 \\ \dots \\ x_n^n + iz_n^n \end{pmatrix}.$$

Можно показать, что вещественная и мнимая части решения сами являются решениями однородной системы ОДУ. Эти решения в совокупности образуют линейно независимую систему, которую можно использовать для построения фундаментальной матрицы.

Случай 3. Пусть среди корней характеристического уравнения имеется корень μ_1 кратности k . Можно показать, что тогда ему соответствует решение системы ОДУ вида

$$y^1 = F_1(t)e^{-\mu_1 t}, \quad y^2 = F_2(t)e^{-\mu_1 t}, \quad \dots, \quad y^n = F_n(t)e^{-\mu_1 t},$$

где $F_1(t)$, $F_2(t)$, $\dots$, $F_n(t)$ – многочлены от t степени не выше чем $k-1$, имеющие в совокупности k произвольных коэффициентов. Полагая последовательно в этом решении, что один из

произвольных коэффициентов многочленов равен единице, а остальные – нулю, получим линейно независимую систему k частных решений системы уравнений ОДУ.

Если μ_1 – вещественное характеристическое число, то полученные частные решения будут вещественными.

Если $\mu_1 = \alpha + i\beta$ – комплексное характеристическое число, то имеется комплексно-сопряжённое характеристическое число $\alpha - i\beta$ той же кратности.

Построив k линейно независимых комплексных частных решений, соответствующих характеристическому числу $\mu_1 = \alpha + i\beta$ и отделив в них вещественные и мнимые части, получим $2k$ линейно независимых частных решений. Таким образом, паре комплексно-сопряжённых характеристических чисел $\alpha \pm i\beta$ кратности k соответствует $2k$ линейно независимых вещественных частных решений.

В общем случае каждому простому вещественному корню характеристического уравнения соответствует одно частное решение, каждой паре простых комплексно-сопряжённых корней соответствуют два вещественных линейно независимых частных решения, вещественному корню характеристического уравнения кратности k соответствуют k линейно независимых частных решения, а каждой паре комплексно-сопряжённых корней кратности k характеристического уравнения соответствуют $2k$ линейно независимых частных решения. В совокупности получается n линейно независимых частных решений, из которых можно составить фундаментальную матрицу и, следовательно, записать общее решение системы ОДУ.

Описанная совокупность действий носит название «Метод Эйлера интегрирования линейной однородной системы ОДУ».

Примеры с решением

Пример 6.8.1. Дана система ОДУ

$$\begin{cases} \frac{dy^1}{dt} + y^1 + 2y^2 = 0, \\ \frac{dy^2}{dt} - 3y^1 - 4y^2 = 0. \end{cases}$$

Найти общее решение этой системы.

Решение. Систему можно записать в матричном виде:

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \frac{d}{dt} \begin{pmatrix} y^1 \\ y^2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ -3 & -4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} y^1 \\ y^2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}.$$

Частное решение ищем в виде

$$y^1(t) = x^1 e^{-\mu t}, \quad y^2(t) = x^2 e^{-\mu t}.$$

Подставляя в систему уравнений частное решение и сокращая на неравный нулю множитель $e^{-\mu t}$, получаем

$$\begin{cases} (1 - \mu)x^1 + 2x^2 = 0, \\ -3x^1 - (\mu + 4)x^2 = 0. \end{cases}$$

Это однородная СЛАУ, характеристическое уравнение для неё имеет вид

$$\begin{vmatrix} 1-\mu & 2 \\ -3 & -\mu-4 \end{vmatrix} = 0,$$

или

$$\mu^2 + 3\mu + 2 = 0.$$

Характеристические числа (собственные значения)

$$\mu_1 = -2, \mu_2 = -1.$$

1) Для $\mu_1 = -2$ имеем СЛАУ

$$\begin{cases} 3x^1 + 2x^2 = 0, \\ -3x^1 - 2x^2 = 0, \end{cases}$$

которая сводится к уравнению

$$3x^1 + 2x^2 = 0.$$

Решение этого уравнения, полагая $x^2 = a \in R^1$, запишем в виде

$$\begin{pmatrix} x^1 \\ x^2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -\frac{2}{3}a \\ a \end{pmatrix} = a \begin{pmatrix} -\frac{2}{3} \\ 1 \end{pmatrix},$$

Таким образом, имеем первый собственный вектор

$$\begin{pmatrix} x^1 \\ x^2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -\frac{2}{3} \\ 1 \end{pmatrix}.$$

Частное решение, соответствующее первому собственному значению, имеет вид

$$\begin{pmatrix} y_1^1 \\ y_1^2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -\frac{2}{3}e^{2t} \\ e^{2t} \end{pmatrix}.$$

2) Для $\mu_1 = -2$ имеем СЛАУ

$$\begin{cases} 2x^1 + 2x^2 = 0, \\ -3x^1 - 3x^2 = 0, \end{cases}$$

которая сводится к одному уравнению

$$x^1 + x^2 = 0.$$

Полагая $x^2 = b \in R^1$, получим

$$\begin{pmatrix} x^1 \\ x^2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -b \\ b \end{pmatrix} = b \begin{pmatrix} -1 \\ 1 \end{pmatrix}.$$

Второй собственный вектор имеет вид

$$\begin{pmatrix} x^1 \\ x^2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 \\ 1 \end{pmatrix}.$$

Частное решение, соответствующее второму собственному вектору, имеет вид

$$\begin{pmatrix} y_2^1 \\ y_2^2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -e^t \\ e^t \end{pmatrix}.$$

3) Составляем фундаментальную матрицу:

$$Y(t) = \begin{pmatrix} y_1^1 & y_2^1 \\ y_1^2 & y_2^2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -\frac{2}{3}e^{2t} & -e^t \\ e^{2t} & e^t \end{pmatrix}.$$

Теперь общее решение находится по формуле

$$|y(t)\rangle = Y(t)|C\rangle.$$

Подставляя в эту формулу выражение для фундаментальной матрицы, получаем:

$$\begin{pmatrix} y^1 \\ y^2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -\frac{2}{3}e^{2t} & -e^t \\ e^{2t} & e^t \end{pmatrix} \begin{pmatrix} C_1 \\ C_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -\frac{2}{3}C_1e^{2t} - C_2e^t \\ C_1e^{2t} + C_2e^t \end{pmatrix}. \otimes$$

Пример 6.8.2. Найти общее решение системы ОДУ

$$\begin{cases} \frac{dy_1}{dt} - y_2 - y_3 = 0, \\ \frac{dy_2}{dt} - y_1 - y_3 = 0, \\ \frac{dy_3}{dt} - y_1 - y_2 = 0. \end{cases} \quad (1)$$

Решение. Решение ищем в виде

$$y_1 = x_1 e^{-\mu t}, \quad y_2 = x_2 e^{-\mu t}, \quad y_3 = x_3 e^{-\mu t}.$$

Подставляя в систему уравнений (1), получаем СЛАУ для определения собственных векторов

$$\begin{cases} -\mu x_1 - x_2 - x_3 = 0, \\ -x_1 - \mu x_2 - x_3 = 0, \\ -x_1 - x_2 - \mu x_3 = 0. \end{cases} \quad (2)$$

Эта система уравнений нетривиально совместна, если выполнено условие

$$\begin{vmatrix} -\mu & -1 & -1 \\ -1 & -\mu & -1 \\ -1 & -1 & -\mu \end{vmatrix} = 0 \Rightarrow \mu_1 = -2, \mu_2 = \mu_3 = 1.$$

Корню $\mu_1 = -2$ соответствует система уравнений

$$\begin{cases} 2x_1 - x_2 - x_3 = 0, \\ -x_1 + 2x_2 - x_3 = 0, \\ -x_1 - x_2 + 2x_3 = 0. \end{cases}$$

Если решать данную систему методом Гаусса, то получим

$$\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = a \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}.$$

Получаем одно решение исходной системы уравнений

$$|y_1\rangle = a|a_1\rangle = e^{2t} \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} e^{2t} \\ e^{2t} \\ e^{2t} \end{pmatrix}.$$

Так как ранг матрицы СЛАУ (2) при $\mu_2 = \mu_3 = 1$ равен 1, то система уравнений сводится к одному уравнению

$$x_1 + x_2 + x_3 = 0.$$

Полагая $x_2 = a$, $x_3 = b$, получаем решение в виде

$$|x\rangle = a|a_2\rangle + b|a_3\rangle \Rightarrow \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = b \begin{pmatrix} -1 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} + c \begin{pmatrix} -1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}.$$

Каждому из базисных решений

$$|a_2\rangle = \begin{pmatrix} -1 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix}, |a_3\rangle = \begin{pmatrix} -1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}$$

соответствует одно частное решение

$$|y_2\rangle = e^{-t} \begin{pmatrix} -1 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -e^{-t} \\ e^{-t} \\ 0 \end{pmatrix}, |y_3\rangle = e^{-t} \begin{pmatrix} -1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -e^{-t} \\ 0 \\ e^{-t} \end{pmatrix}.$$

Определитель, составленный из этих решений

$$\begin{vmatrix} e^{2t} & -e^{-t} & -e^{-t} \\ e^{2t} & e^{-t} & 0 \\ e^{2t} & 0 & e^{-t} \end{vmatrix} = 1 \neq 0,$$

следовательно, найденные решения образуют линейно независимую систему, то есть фундаментальную систему решений исходной системы ОДУ. Составим фундаментальную матрицу

$$Y(t) = \begin{pmatrix} e^{2t} & -e^{-t} & -e^{-t} \\ e^{2t} & e^{-t} & 0 \\ e^{2t} & 0 & e^{-t} \end{pmatrix}.$$

Теперь общее решение запишем в виде

$$|y(t)\rangle = \begin{pmatrix} e^{2t} & -e^{-t} & -e^{-t} \\ e^{2t} & e^{-t} & 0 \\ e^{2t} & 0 & e^{-t} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} C_1 \\ C_2 \\ C_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} C_1 e^{2t} - C_2 e^{-t} - C_3 e^{-t} \\ C_1 e^{2t} + C_2 e^{-t} \\ C_1 e^{2t} + C_3 e^{-t} \end{pmatrix} \otimes$$

Для решения линейной неоднородной системы ОДУ в нормальной форме можно использовать метод Лагранжа. Продемонстрируем его на примере.

Пример 6.8.3. Решить систему уравнений

$$\begin{cases} \frac{dy_1}{dt} - y_2 = 0, \\ \frac{dy_2}{dt} - y_1 = \frac{1}{t^2} + \ln t. \end{cases} \quad (1)$$

Решение. Решаем систему методом Лагранжа. Для этого сначала находим общее решение соответствующей однородной системы

$$\begin{cases} \frac{dy_1}{dt} - y_2 = 0, \\ \frac{dy_2}{dt} - y_1 = 0. \end{cases} \quad (2)$$

Подставляя $y_1 = x_1 e^{-\mu t}$ и $y_2 = x_2 e^{-\mu t}$, записываем характеристическое уравнение:

$$\begin{vmatrix} \mu & 1 \\ 1 & \mu \end{vmatrix} = 0 \Rightarrow \mu^2 - 1 = 0: \mu_1 = -1; \mu_2 = 1.$$

Находим собственные векторы.

1) Для $\mu_1 = -1$ система сводится к уравнению

$$\begin{cases} -x_1 + x_2 = 0 \\ x_1 - x_2 = 0 \end{cases} \Rightarrow x_1 - x_2 = 0 \Rightarrow x_2 = a \Rightarrow x_1 = a.$$

Вектор решения принимает вид:

$$\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix} = a \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix}.$$

Первый собственный вектор

$$|x_1\rangle = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix}.$$

2) Для $\mu_2 = 1$ система сводится к уравнению

$$\begin{cases} x_1 + x_2 = 0 \\ x_1 + x_2 = 0 \end{cases} \Rightarrow x_1 + x_2 = 0 \Rightarrow x_2 = -x_1 \Rightarrow x_1 = -x_2.$$

Второй собственный вектор

$$|x_2\rangle = \begin{pmatrix} -1 \\ 1 \end{pmatrix}.$$

Теперь частные решения имеют вид:

$$\mu_1 = -1 \Rightarrow |y_1\rangle = e^t \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} e^t \\ e^t \end{pmatrix};$$

$$\mu_2 = 1 \Rightarrow |y_2\rangle = e^{-t} \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} e^{-t} \\ e^{-t} \end{pmatrix}.$$

Общее решение системы (2) записывается так:

$$|y(t)\rangle = C_1 |y_1\rangle + C_2 |y_2\rangle = C_1 e^{-\mu_1 t} \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix} + C_2 e^{-\mu_2 t} \begin{pmatrix} 1 \\ -1 \end{pmatrix}?$$

откуда имеем

$$y_1(t) = C_1 e^t + C_2 e^{-t}, \quad y_2(t) = C_1 e^t - C_2 e^{-t}.$$

Общее решение неоднородной системы ищем в виде:

$$\begin{cases} z_1(t) = C_1(t) e^t + C_2(t) e^{-t}, \\ z_2(t) = C_1(t) e^t - C_2(t) e^{-t}. \end{cases} \quad (3)$$

Подставляя в систему уравнений (1), получаем после дифференцирований и приведения подобных

$$\begin{cases} \frac{dC_1}{dt}(t) \cdot e^t + \frac{dC_2}{dt}(t) \cdot e^{-t} = 0, \\ \frac{dC_1}{dt}(t) \cdot e^t - \frac{dC_2}{dt}(t) \cdot e^{-t} = \frac{1}{t^2} + \ln t. \end{cases}$$

Определитель системы

$$\begin{vmatrix} e^t & e^{-t} \\ e^t & -e^{-t} \end{vmatrix} = -1 - 1 = -2.$$

Решение системы по формулам Крамера имеет вид:

$$\frac{dC_1}{dt}(t) = -\frac{1}{2} \begin{vmatrix} 0 & e^{-t} \\ \frac{1}{t^2} + \ln t & -e^{-t} \end{vmatrix} = \frac{1}{2} e^{-t} \left(\frac{1}{t^2} + \ln t \right),$$

$$\frac{dC_2}{dt}(t) = -\frac{1}{2} \begin{vmatrix} 0 & e^{-t} \\ \frac{1}{t^2} + \ln t & -e^{-t} \end{vmatrix} = \frac{1}{2} e^t \left(\frac{1}{t^2} + \ln t \right).$$

Откуда, после интегрирования получаем

$$C_1(t) = -\frac{1}{2} e^{-t} \left(\frac{1}{t} + \ln t \right) + A_1, \quad C_2(t) = \frac{1}{2} e^t \left(\frac{1}{t} - \ln t \right) + A_2.$$

Подставляя в формулы (3), получаем общее решение неоднородной системы уравнений (1) в виде:

$$\begin{cases} z_1(t) = A_1 e^t + A_2 e^{-t} - \ln t, \\ z_2(t) = A_1 e^t - A_2 e^{-t} - \frac{1}{t}. \end{cases} \quad \otimes$$

Задания для самостоятельной работы

1. Вычислить криволинейный интеграл первого рода

$$I = \int_W xy dl,$$

где путь W — контур треугольника с вершинами: $A(-1; 0)$, $B(1; 0)$, $C(0; 1)$.

2. Вычислить криволинейный интеграл второго рода

$$I = \int_W (x + y) dx - x dy,$$

где путь W — отрезок ломаной линии, соединяющий точки

$$A(0; 0), B(2; 0), C(4; 2).$$

3. Вычислить криволинейный интеграл второго рода

$$I = \int_W x dy - y dx,$$

где W — путь, заданный неявным уравнением $y = x^3$, соединяющий точки $A(0; 0)$ и $B(2; 8)$.

4. Вычислить криволинейный интеграл второго рода

$$I = \int_W x^2 dx + y^2 dy,$$

где W — путь, заданный неявным уравнением $y = \sqrt{x}$, соединяющий точки $A(0; 0)$ и $B(1; 1)$.

5. Вычислить двойной интеграл

$$I = \iint_D (5x^2 y - 2y^3) dx dy$$

по прямоугольнику $D = \{(x, y) \in R_2 : 2 \leq x \leq 5 \wedge 1 \leq y \leq 3\}$.

6. Вычислить двойной интеграл

$$I = \iint_D (x^2 + y) dx dy$$

по области, ограниченной параболой $y = x^2$ и $y^2 = x$.

7. Вычислить двойные интегралы, переходя к полярным координатам:

а) $\iint_D e^{x^2+y^2} dx dy$, где D — круг $x^2 + y^2 \leq 1$;

б) $\iint_D (x^2 + y^2) dx dy$, где D — круг $x^2 + y^2 \leq 4$;

в) $\iint_D (x^2 + y^2) dx dy$, где D — круг $x^2 + y^2 \leq 2x$;

г) $\iint_D \sqrt{1+x^2+y^2} dx dy$, где D — первая четверть круга $x^2 + y^2 \leq 1$.

8. Вычислить площадь фигуры, ограниченной линиями с уравнениями:

а) $y = \ln x, x - y = 1, y = -1$;

б) $y = x^2, 4y = x^2, x = 2, x = -2$.

9. Вычислить тройные интегралы:

а) $\iiint_V \frac{dx dy dz}{(1+x+y+z)^3}$, где область V ограничена плоскостями с уравнениями

$$x = 0, y = 0, z = 0, x + y + z = 1;$$

б) $\iiint_V (x+y) dx dy dz$, где область V ограничена плоскостями с уравнениями

$$x=0, y=0, z=0, x=1, y=1, z=1.$$

10. Переходя к цилиндрическим координатам, вычислить тройные интегралы:

а) $\iiint_V (x^2 + y^2) dx dy dz$, где область V ограничена поверхностями с уравнениями

$$x^2 + y^2 = 1, z = 2;$$

б) $\iiint_V z dx dy dz$, где область V ограничена поверхностями с уравнениями $x^2 + y^2 = 1$,

$$z = 0, z = a \ (a > 0).$$

11. Переходя к сферическим координатам, вычислить тройные интегралы:

а) $\iiint_V (x^2 + y^2 + z^2) dx dy dz$, где область V – это шар $x^2 + y^2 + z^2 \leq R^2$;

б) $\iiint_V (x^2 + y^2) dx dy dz$, где область V – это верхняя половина шара

$$x^2 + y^2 + z^2 \leq R^2.$$

12. Вычислить поверхностные интегралы первого рода:

а) $\iint_F (x + 18y + 24z) ds$, где поверхность F задана неявным уравнением

$$x + 2y + 3z = 1,$$

и неравенствами $x \geq 0, y \geq 0, z \geq 0$;

б) $\iint_F (x^2 + y^2) ds$, где поверхность F задана неявным уравнением

$$x^2 + y^2 - z^2 = 0,$$

и неравенствами $0 \leq z \leq 1$.

13. Вычислить поверхностные интегралы второго рода:

а) $\iint_F z dx dy$, где поверхность F – верхняя сторона верхней половины сферы

$$x^2 + y^2 + z^2 = 9;$$

б) $\iint_F (x^2 + y^2) dx dy$, где поверхность F – верхняя сторона части параболоида с уравне-

нием

$$z = 1 - x^2 - y^2,$$

отсечённая плоскостью $z = 0$.

14. Найти производную скалярного поля $u = x^2 + y^2 - 3x + 2y$ по направлению радиуса-вектора точки $M(3; 4)$ в начале координат.

15. Найти градиент плоского скалярного поля $u = \sqrt{4 + x^2 + y^2}$ в точке $M(2; 1)$.

16. Найти производную функции, определённой формулой $u = \frac{xyz}{3}$, в точке $M_0(1; 2; 3)$ по

направлению вектора $\vec{M_0 M}$, если $M(4; 1; 6)$.

17. Доказать, что

$$\text{а) } \operatorname{grad} r = \frac{\vec{r}}{r}; \text{ б) } \operatorname{grad} \frac{1}{r} = -\frac{\vec{r}}{r^3}.$$

18. Показать, что

$$\operatorname{grad} f(u, v) = \frac{\partial f}{\partial u} \operatorname{grad} u + \frac{\partial f}{\partial v} \operatorname{grad} v.$$

19. Найти

$$\text{а) } \operatorname{div} \vec{r}; \text{ б) } \operatorname{div} \left(r^4 \vec{r} \right); \text{ в) } \operatorname{div} \left(\left(\vec{A}, \vec{r} \right) \vec{B} \right).$$

20. Найти $\operatorname{div} \vec{A}$, если:

$$\text{а) } \vec{A} = (x - y)(y - z)\vec{e}_1 + (y - z)(z - x)\vec{e}_2 + (z - x)(x - y)\vec{e}_3;$$

$$\text{б) } \vec{A} = (x^2 + y^2)(y - z)\vec{e}_1 + (y^2 + z^2)(z - x)\vec{e}_2 + (z^2 + x^2)(x - y)\vec{e}_3.$$

21. Найти ротор векторного поля $\vec{A}(M)$:

$$\text{а) } \vec{A} = \frac{y}{x} \vec{e}_1 + \frac{z}{y} \vec{e}_2 + \frac{x}{z} \vec{e}_3;$$

$$\text{б) } \vec{A} = yz \vec{e}_1 + z(x+2y) \vec{e}_2 + y(x+y) \vec{e}_3.$$

22. Доказать двумя способами (в декартовых координатах и с помощью оператора Гамильтона), что

для произвольного скалярного поля $\varphi(M)$ и для произвольных векторных полей $\vec{A}(M)$ и

$\vec{B}(M)$ справедливы следующие формулы:

$$\text{а) } \left(\vec{A}, \nabla \right) \varphi \vec{B} = \vec{B} \left(\vec{A}, \nabla \varphi \right) + \varphi \left(\vec{A}, \nabla \right) \vec{B};$$

$$\text{б) } \vec{C} \cdot \nabla \left(\vec{A}, \vec{B} \right) = \vec{A} \cdot \left(\left(\vec{C}, \nabla \right), \vec{B} \right) + \vec{B} \cdot \left(\left(\vec{C}, \nabla \right), \vec{A} \right);$$

$$\text{в) } \left(\vec{C}, \nabla \right) \left[\vec{A}, \vec{B} \right] = \left[\vec{A}, \left(\vec{C}, \nabla \right) \vec{B} \right] - \left[\vec{B}, \left(\vec{C}, \nabla \right) \vec{A} \right].$$

23. Найти результат действия векторных дифференциальных операций:

$$\text{а) } \operatorname{div}(\varphi \operatorname{grad} \varphi);$$

$$\text{б) } \operatorname{rot}(\varphi \operatorname{grad} \psi);$$

$$\text{в) } \operatorname{rot} \left[\vec{A}, \operatorname{rot} \vec{B} \right].$$

24. Найти векторные линии векторных полей:

$$\text{а) } \vec{A} \left(\vec{x} \right) = 2y \vec{e}_1 + 6x \vec{e}_2;$$

$$\text{б) } \vec{A} \left(\vec{x} \right) = 2x \vec{e}_1 + 3y \vec{e}_2;$$

$$\text{в) } \vec{A} \left(\vec{x} \right) = 2y \vec{e}_2 + 6z \vec{e}_3.$$

25. Найти циркуляцию векторного поля $\vec{A}\left(\begin{smallmatrix}\vec{r} \\ x\end{smallmatrix}\right)$ вдоль заданного замкнутого контура с заданной параметризацией:

$$\text{а) } \vec{A}\left(\begin{smallmatrix}\vec{r} \\ x\end{smallmatrix}\right) = y \vec{e}_1 - z \vec{e}_2 + x^2 y \vec{e}_3,$$

$$x = 2 \cos t, y = \sin t, z = 1, t \in [0, 2\pi];$$

$$\text{б) } \vec{A}\left(\begin{smallmatrix}\vec{r} \\ x\end{smallmatrix}\right) = z \vec{e}_1 - x \vec{e}_2 + yz \vec{e}_3,$$

$$x = 2 \cos t, y = 6 \sin t, z = 3, t \in [0, 2\pi];$$

$$\text{в) } \vec{A}\left(\begin{smallmatrix}\vec{r} \\ x\end{smallmatrix}\right) = 4y \vec{e}_1 + x \vec{e}_2 + y \vec{e}_3,$$

$$x = \cos t, y = \sin t, z = 2 - \cos t - \sin t, t \in [0, 2\pi].$$

26. Найти общее решение обыкновенного дифференциального уравнения с разделяющимися переменными.

$$1) \text{ Решить уравнение } (1 + y)dx - (1 - x)dy = 0.$$

$$2) \text{ Решить уравнение } (1 + e^x)yy' = e^x.$$

$$3) \text{ Решить уравнение } x\sqrt{1 + y^2} + yy'\sqrt{1 + x^2} = 0.$$

27. Найти общее решение уравнения с однородной правой частью.

$$1) \text{ Найти интегральные кривые уравнения } y' = e^{\frac{y}{x}} + \frac{y}{x}.$$

$$2) \text{ Найти интегральные кривые уравнения } y' = \frac{y}{x} - 1.$$

$$3) \text{ Найти интегральные кривые уравнения}$$

$$(x^2 + 2xy)dx + xydy = 0.$$

28. Найти общее решение линейного дифференциального уравнения первого порядка. Если указаны начальные условия, то найти частное решение, удовлетворяющее начальному условию.

$$1) (2x+1)\frac{dy}{dx} = 4x + 2y.$$

$$2) \frac{dy}{dx} - \frac{y}{1-x^2} - 1 - x = 0, y(0) = 0.$$

$$3) x\frac{dy}{dx} + y - e^x = 0, y(a) = b.$$

$$4) \frac{dy}{dx} \cos^2 x + y = \operatorname{tg} x, y(0) = 0.$$

$$5) \frac{dy}{dx} - \frac{y}{x \ln x} = x \ln x, y(e) = \frac{e^2}{2}.$$

$$6) \frac{dy}{dx} - y \operatorname{tg} x = \cos x, y(0) = 0.$$

$$7) \frac{dy}{dx} + y \cos x = e^{\sin x}, y(0) = 0.$$

$$8) x\frac{dy}{dx} + y = x^2.$$

$$9) x^2 \frac{dy}{dx} - 2xy = 3.$$

$$10) x^2 \frac{dy}{dx} - 2xy = 3y.$$

$$11) \frac{dy}{dx} - ay = e^{bx}.$$

29. Найти общее решение линейного однородного обыкновенного дифференциального уравнения порядка выше второго.

$$1) \frac{d^3 y}{dx^3} - 8y = 0. \quad 2) \frac{d^4 y}{dx^3} - y = 0. \quad 3) \frac{d^4 y}{dx^4} - 5 \frac{d^2 y}{dx^2} + 4y = 0.$$

$$4) \frac{d^4 y}{dx^4} + \frac{d^3 y}{dx^3} + 8 \frac{d^2 y}{dx^2} + 8 \frac{dy}{dx} + 4y = 0.$$

$$5) \frac{d^5 y}{dx^5} - 6 \frac{d^4 y}{dx^4} + 9 \frac{d^2 y}{dx^2} = 0.$$

30. Найти общее решение линейного неоднородного обыкновенного дифференциального уравнения.

$$1) \frac{d^2 y}{dx^2} - 4y = -12x^2 + 6x - 4.$$

$$2) \frac{d^2 y}{dx^2} - 2 \frac{dy}{dx} + y = 4e^x.$$

$$3) \frac{d^2 y}{dx^2} - 2 \frac{dy}{dx} - 3y = -4e^x + 3.$$

$$4) \frac{d^2 y}{dx^2} + \frac{dy}{dx} = 6 \sin 2x.$$

$$5) \frac{d^2 y}{dx^2} - \frac{dy}{dx} + y = -13 \sin 2x.$$

31. Найти общее решение однородных систем ОДУ методом Эйлера.

$$1) \begin{cases} \frac{dy^1}{dt} - 2y^1 + 3y^2 = 0, \\ \frac{dy^2}{dt} - 3y^1 - 2y^2 = 0. \end{cases} \quad 2) \begin{cases} \frac{dy^1}{dt} - 2y^1 + 3y^2 = 0, \\ \frac{dy^2}{dt} - 3y^1 - 2y^2 = 0. \end{cases}$$

$$3) \begin{cases} \frac{dy_1}{dt} - 4y_1 + y_2 = 0, \\ \frac{dy_2}{dt} - 3y_1 - y_2 + y_3 = 0, \\ \frac{dy_3}{dt} - y_1 - y_3 = 0. \end{cases} \quad 4) \begin{cases} \frac{dy_1}{dt} + y_1 - y_2 - y_3 = 0, \\ \frac{dy_2}{dt} - y_1 + y_2 - y_3 = 0, \\ \frac{dy_3}{dt} - y_1 - y_2 + y_3 = 0. \end{cases}$$

$$5) \frac{d}{dt} |y\rangle = A |y\rangle, |y\rangle = \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \end{pmatrix}, A = \begin{pmatrix} 1 & -1 & -1 \\ 1 & 1 & 0 \\ 3 & 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

$$6) \frac{d}{dt}|y\rangle = A|y\rangle, |y\rangle = \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \end{pmatrix}, A = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \\ -1 & 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

32. Решить неоднородные системы ОДУ методом Лагранжа.

$$1) \begin{cases} \frac{dy_1}{dt} - y_2 = \cos t, \\ \frac{dy_2}{dt} + y_1 = 1. \end{cases} \quad 2) \begin{cases} \frac{dy_1}{dt} - 2y_1 + 4y_2 = 4e^{-2t}, \\ \frac{dy_2}{dt} - 2y_1 + 2y_2 = 0. \end{cases}$$

$$3) \begin{cases} \frac{dy_1}{dt} - 2y_1 - y_2 + 2y_3 = -t + 2, \\ \frac{dy_2}{dt} + y_1 = 1, \\ \frac{dy_3}{dt} - y_1 - y_2 + y_3 = -t + 1. \end{cases}$$



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО

**«Уральский государственный горный
университет»**

О. В. Садырева, И. Г. Коршунов

Ф И З И К А

***МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ*
ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ
ВСЕХ НАПРАВЛЕНИЙ ПОДГОТОВКИ**

Екатеринбург

2020

Методические указания составлены в соответствии с программами по курсу физики для студентов всех направлений подготовки в УГГУ. Они содержат условия задач для самостоятельной работы, при выполнении контрольных работ студентами по следующим темам курса физики: механика; молекулярная физика и термодинамика; электричество и магнетизм; механические и электромагнитные колебания и волны; волновая и квантовая оптика; квантовая физика и физика атома; элементы ядерной физики. Также в них содержатся методические указания к решению задач, их оформлению, список рекомендуемой литературы и справочные данные, необходимые для решения задач.

ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ И ВЫПОЛНЕНИЮ ДОМАШНИХ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

1. Номера задач, которые студент должен включить в свою контрольную работу, определяются преподавателем в начале соответствующего семестра.
2. Контрольные работы нужно выполнять чернилами в школьной тетради, на обложке указывается фамилия и инициалы студента, номер группы.
3. Условия задач в контрольной работе необходимо переписать полностью без сокращений. Для замечаний преподавателя на страницах тетради нужно оставлять поля.
4. Если контрольная работа при рецензировании не зачтена, студент обязан представить ее на повторную рецензию, включив в нее те задачи, при решении которых допущены ошибки.
5. При решении задач необходимо пользоваться следующей схемой:
 - Внимательно прочитать условие задачи.
 - Выписать столбиком все величины, входящие в условие, и выразить их в одних единицах (преимущественно в Международной системе единиц СИ).
 - Если это возможно, представить условие задачи в виде четкого рисунка. Правильно сделанный рисунок – это наполовину решенная задача.
 - Уяснить физическую сущность задачи, установить основные законы и формулы, на которых базируется условие задачи.
 - Если при решении задачи применяется формула, полученная для частного случая, не выражающая какой-нибудь физический закон или не являющаяся определением какой-нибудь физической величины, то ее следует вывести.
 - Если равенства векторные, то их необходимо спроектировать по оси координат и записать в скалярной форме.
 - Решить задачу сначала в общем виде, то есть, в буквенных обозначениях, заданных в условии задачи. При таком способе решения не производятся вычисления промежуточных величин.
 - После получения расчетной формулы для проверки ее правильности следует подставить в правую часть формулы вместо символов величин их размерности, произвести с ними необходимые действия и убедиться в том, что полученная при этом единица соответствует искомой величине. Если такого соответствия нет, то это означает, что задача решена неверно.
 - Подставить в конечную формулу числовые значения, выраженные в единицах СИ. В виде исключения допускается выражать в любых, но одинаковых единицах числовые значения однородных величин, стоящих в числителе и знаменателе дроби и имеющих одинаковые степени.

- При подстановке в расчетную формулу, а также при записи ответа числовые значения величин следует записывать как произведение десятичной дроби с одной значащей цифрой перед запятой на соответствующую степень десяти. Например, вместо 3520 надо записать $3,52 \cdot 10^3$, вместо 0,00129 записать $1,29 \cdot 10^{-3}$ и т. п.
- Вычисления по расчетной формуле надо проводить с соблюдением правил приближенных вычислений. Как правило, окончательный ответ следует записывать с тремя значащими цифрами. Это относится и к случаю, когда результат получен с применением калькулятора.
- Решение задачи должно сопровождаться краткими, но исчерпывающими пояснениями и комментариями.

1. МЕХАНИКА

1. Расстояние между двумя станциями метрополитена 1,5 км. Первую половину этого расстояния поезд проходит равноускоренно, вторую - равнозамедленно с тем же по модулю ускорением. Максимальная скорость поезда 50 км/ч. Найти ускорение и время движения поезда между станциями.
2. Шахтная клеть поднимается со скоростью 12 м/с. После выключения двигателя, двигаясь с отрицательным ускорением $1,2 \text{ м/с}^2$, останавливается у верхней приемной площадки. На каком расстоянии от нее находилась клеть в момент выключения двигателя и сколько времени двигалась до остановки?
3. С башни высотой 30 м в горизонтальном направлении брошено тело с начальной скоростью 10 м/с. Определить уравнение траектории тела, скорость тела в момент падения.
4. Для добывания руды открытым способом произвели взрыв породы. Подъем кусков породы, выброшенных вертикально вверх, длился 5 с. Определить их начальную скорость и высоту подъема.
5. При взрыве серии скважин камень, находящийся на уступе высотой 45 м, получил скорость 100 м/с в горизонтальном направлении. Какова дальность полета камня, сколько времени он будет падать, с какой скоростью упадет на землю?
6. Рассчитать скорость движения и полное ускорение шахтного электровоза в момент времени 5 с, если он движется по криволинейному участку радиусом 15 м. Закон движения электровоза выражается формулой $S = 800 + 8t - 0,5 t^2$, м.

7. Во сколько раз тангенциальное ускорение точки, лежащей на ободе вращающегося колеса, больше ее нормального ускорения для того момента времени, когда вектор полного ускорения этой точки составляет угол 30° с вектором ее линейной скорости?
8. Под действием постоянной силы 118 Н вагонетка приобрела скорость 2 м/с, пройдя путь 10 м. Определить силу трения и коэффициент трения, если масса вагонетки 400 кг.
9. В шахте опускается равноускоренно лифт массой 280 кг, в первые 10 с он проходит 35 м. Найти натяжение каната, на котором висит лифт.
10. На горизонтальной платформе шахтной клетки находится груз 60 кг. Определить силу давления груза на платформу: при равномерном подъеме и спуске, при подъеме и спуске с ускорением 3 м/с^2 , при спуске с ускорением $9,8 \text{ м/с}^2$.
11. Тело скользит по наклонной плоскости, образующей с горизонтом угол 45° . Пройдя путь 36,4 см, тело приобретает скорость 2 м/с. Найти коэффициент трения тела о плоскость.
12. Найти закон движения (зависимость пройденного расстояния от времени) куска антрацита при скольжении его с нулевой начальной скоростью по стальному желобу с углом наклона 30° . Коэффициент трения 0,3.
13. Рудничный поезд массой 450 т движется со скоростью 30 км/ч, развивая мощность 150 л. с. (1 л. с. = 736 Вт). Определить коэффициент трения.
14. Определить силу тяги, которую развивает лебедка при подъеме вагонетки массой 2 т с ускорением $0,5 \text{ м/с}^2$, если коэффициент трения 0,03, а угол наклона железнодорожного полотна 30° .
15. Вагонетка скатывается по наклонной горке длиной 5 м. Определить путь, проходимый вагонеткой по горизонтали до остановки, и наибольшую скорость движения, если коэффициент сопротивления 0,0095. Угол наклона 5° .
16. Маховик, приведенный в равноускоренное вращение, сделав 40 полных оборотов, стал вращаться с частотой 480 мин^{-1} . Определить угловое ускорение маховика и продолжительность равноускоренного вращения.
17. Ротор шахтного электродвигателя совершает 960 об/мин. После выключения он останавливается через 10 с. Считая вращение равнозамедленным, найти угловое ускорение ротора. Сколько оборотов сделал ротор до остановки?

18. Крутящий момент двигателя электрической лебедки $1,2 \text{ кН}\cdot\text{м}$. Для остановки двигателя служат тормозные деревянные колодки, прижимающиеся с двух сторон к тормозному чугунному диску радиусом $0,6 \text{ м}$, жестко связанному с ротором двигателя. Найти силу давления, необходимую для остановки ротора, если коэффициент трения равен $0,5$.

19. Двигатель мощностью 3 кВт за 12 с разогнал маховик до 10 об/с . Найти момент инерции маховика.

20. Была произведена работа в 1 кДж , чтобы из состояния покоя привести маховик во вращение с частотой 8 с^{-1} . Какой момент импульса (количества движения) приобрел маховик?

21. Шар и цилиндр имеют одинаковую массу 5 кг и катятся со скоростью 10 м/с по горизонтальной плоскости. Найти кинетическую энергию этих тел.

22. Какую работу надо произвести, чтобы раскрутить маховик массой 80 кг до 180 об/мин ? Массу маховика считать равномерно распределенной по ободу с диаметром 1 м .

23. Ротор шахтного электродвигателя совершает 960 об/мин . После выключения он останавливается через 10 с . Считая вращение равнозамедленным, найти угловое ускорение ротора. Сколько оборотов сделал ротор до остановки?

24. Шар и сплошной цилиндр катятся по горизонтальной плоскости. Какую часть энергии поступательного движения каждого тела составляет от общей кинетической энергии?

25. Маховик, выполненный в виде диска радиусом $0,4 \text{ м}$ и имеющий массу 100 кг , был раскручен до 480 оборотов в минуту и предоставлен самому себе. Под действием трения вала о подшипники маховик остановился через 80 с . Определить момент сил трения.

2.МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА

26. Какой объем занимает 1 кг водорода при давлении 10^6 Па и температуре 20°C ? Молярная масса водорода $2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$.

27. Для автогенной сварки привезли баллон кислорода вместимостью 100 л . Найти массу кислорода, если его давление 12 МПа и температура 16°C . Молярная масса кислорода $32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$.

28. Определить среднюю плотность сжатого воздуха в рудничной воздухопроводной сети, если давление воздуха в компрессоре составляет $7 \cdot 10^5$ Па, а давление у воздухоприемников $6 \cdot 10^5$ Па. Температура воздуха в начале и конце сети равна 27°C и 7°C . Молярная масса воздуха равна 0,029 кг/моль.

29. Стальной баллон емкостью 25 л наполнен ацетиленом C_2H_2 при температуре 27°C до давления 20 МПа. Часть ацетилена использовали для автогенной сварки подкрановых путей в шахте. Какая масса ацетилена израсходована, если давление в баллоне при температуре 23°C стало равным 14 МПа? Молярная масса ацетилена 0,026 кг/моль.

30. Сжатый воздух в баллоне имеет температуру 15°C . Во время пожара температура воздуха в баллоне поднялась до 450°C . Взорвется ли баллон, если известно, что при этой температуре он может выдержать давление не более 9,8 МПа? Начальное давление в баллоне 4,8 МПа.

31. Температура взрыва гремучей смеси, то есть температура, до которой нагреты в первый момент газообразные продукты взрыва, достигает в среднем 2600°C , если взрыв происходит внутри замкнутого пространства. Во сколько раз давление при взрыве гремучего газа превосходит давление смеси до взрыва, если последнее равно 10^5 Па, а начальная температура 17°C ?

32. Компрессор, обеспечивающий работу отбойных молотков в забое, засасывает из атмосферы 100 л воздуха в секунду при давлении 1 атм. Сколько отбойных молотков может работать от этого компрессора, если для каждого молотка необходимо 100 см^3 воздуха в секунду при давлении 50 атм?

33. В двигателе Дизеля сжимается адиабатически воздух, в результате чего его температура поднимается, достигая температуры воспламенения нефти 800°C . До какого давления сжимается при этом воздух и во сколько раз уменьшается его объем, если начальное давление 1 атм, начальная температура 80°C , $\gamma=1,4$?

34. Современные вакуумные насосы позволяют понижать давление до 10^{-15} мм рт. ст. Сколько молекул газа содержится в объеме 1 см^3 при указанном давлении и температуре 27°C ?

35. Определить средние квадратичные скорости молекул метана CH_4 до взрыва и после него, если температура до взрыва равна 20°C , а после него 2600°C . Молярная масса 0,016 кг/моль.

36. Найти среднюю кинетическую энергию вращательного движения одной молекулы кислорода при температуре 350 К, а также кинетическую энергию вращательного движения всех молекул, содержащихся в 4 г кислорода.

37. Вычислить удельные теплоемкости при постоянном объеме и при постоянном давлении окиси углерода CO , принимая этот газ за идеальный.

38. На сжатие азота при постоянном давлении была затрачена работа 12 кДж. Найти изменение внутренней энергии и затраченное количество теплоты.

39. Какое количество теплоты для нагревания от 50°C до 100°C надо сообщить азоту массой 28 г, который находится в цилиндре с подвижным поршнем? Чему равна при этом процессе работа расширения?

40. При адиабатическом процессе расширения внутренняя энергия кислорода уменьшилась на 8,38 кДж. Вычислить массу кислорода, если начальная температура его 47°C , а объем увеличился в 10 раз.

41. В двигателе внутреннего сгорания температура газообразных продуктов сгорания поднимается от 600°C до 2000°C . Найти количество теплоты, подведенное к 1 кг газа при постоянном давлении, изменение его внутренней энергии и совершенную работу, если удельные теплоемкости при постоянных давлении и объеме соответственно равны $1,25\text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$ и $0,96\text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$.

42. Определить мощность на валу компрессора производительностью 25 м^3 в минуту, работающего на подземную воздушную сеть, если первоначальное давление 1 атм, а давление, развиваемое компрессором в конце изотермического сжатия, составляет 7 атм.

43. Тепловая машина работает по обратимому циклу Карно. Температура нагревателя 227°C . Определить термический коэффициент полезного действия цикла и температуру охладителя, если за счет каждого килоджоуля теплоты, полученной от нагревателя, машина совершает работу 350 Дж.

44. От идеальной теплосиловой установки, работающей по циклу Карно, отводится еже часно 270 МДж теплоты с помощью холодильника при 9°C . Определить полезную мощность установки, если количество подводимой в час теплоты равно 900 МДж. При какой температуре подводится теплота?

45. Газ совершает цикл Карно. Абсолютная температура нагревателя в три раза выше, чем температура холодильника. Нагреватель передал газу 42 кДж теплоты. Какую работу совершил газ?

46. При прямом цикле Карно тепловая машина совершает работу, равную 200 Дж. Температура нагревателя 375 К, холодильника 300 К. Найти количество теплоты, получаемое машиной от нагревателя.

3. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

47. Вследствие трения о шкив ремень заряжается, причем каждый квадратный метр ремня содержит $0,02 \text{ Кл}$ заряда. Ширина ремня $0,3 \text{ м}$, скорость его движения 20 м/с . Какой заряд проходит каждую секунду через любую неподвижную плоскость, перпендикулярную ремню?
48. Определить заряд, емкость и потенциал Земли, считая ее шаром радиусом $6 \cdot 10^3 \text{ км}$ и зная, что напряженность поля около поверхности равна 100 В/м .
49. Разность потенциалов между пластинами плоского конденсатора 6 кВ , заряд каждой пластины 10 нКл . Найти энергию конденсатора и силу взаимного притяжения пластин, если расстояние между ними 2 см .
50. Какое количество теплоты выделится при разрядке плоского конденсатора, если разность потенциалов между пластинами 15 кВ , расстояние 1 мм , диэлектрик слюда ($\epsilon = 6$), площадь каждой пластины 300 см^2 ?
51. Какую работу надо совершить, чтобы увеличить расстояние между пластинами воздушного конденсатора от $0,03 \text{ м}$ до $0,1 \text{ м}$? Площадь пластин 100 см^2 . Конденсатор подключен к источнику напряжения 220 В .
52. Камнедробилка должна работать под напряжением 100 В , потребляя ток в 40 А . Напряжение на электростанции 120 В , а расстояние до нее 1 км . Определить сечение медных соединительных проводов ($\rho = 1,7 \cdot 10^{-8} \text{ Ом м}$).
53. Какой длины надо взять нихромовый проводник диаметром $1,5 \text{ мм}$ для изготовления спирали вулканизатора, применяемого при сращивании кабелей, если сопротивление спирали $5,5 \text{ Ом}$, а удельное сопротивление нихрома $1,1 \cdot 10^{-6} \text{ Ом м}$?
54. Цена деления прибора $1,5 \cdot 10^{-5} \text{ А /дел}$. Шкала прибора имеет 200 делений, его внутреннее сопротивление 100 Ом . Какие сопротивления нужно подключить к этому прибору и каким образом, чтобы можно было измерять напряжение до 200 В или ток до 4 А ?
55. Определить сопротивление медных магистральных проводов при температуре 30° С . Расстояние от места расположения проводов до взрывной станции 400 м . Площадь сечения проводов $0,8 \text{ мм}^2$, $\rho = 0,017 (\text{Ом} \cdot \text{мм}^2 / \text{м})$, $\alpha = 0,0044 \text{ град}^{-1}$.
56. ЭДС батареи 12 В , ток короткого замыкания 5 А . Какую наибольшую мощность может дать батарея во внешней цепи?
57. Найти ток короткого замыкания для аккумуляторной батареи, если при токе 5 А она дает во внешнюю цепь мощность $9,5 \text{ Вт}$, а при токе 8 А мощность $14,4 \text{ Вт}$.

58. Ток в проводнике сопротивлением $100\ \Omega$ равномерно нарастает от 0 до $10\ \text{А}$ в течение $30\ \text{с}$. Чему равно количество теплоты, выделившееся за это время в проводнике?

59. По прямому бесконечно длинному проводнику течет ток $50\ \text{А}$. Найти магнитную индукцию в точке, удаленной на расстояние $5\ \text{см}$ от проводника.

60. По двум бесконечно длинным прямым параллельным проводам текут токи $50\ \text{А}$ и $100\ \text{А}$ в противоположных направлениях. Расстояние между проводами $20\ \text{см}$. Определить магнитную индукцию в точке, удаленной на $25\ \text{см}$ от первого и на $40\ \text{см}$ от второго провода.

61. Найти число витков в катушке диаметром $10\ \text{см}$, если магнитная стрелка, помещенная в ее центре, отклонилась от плоскости магнитного меридиана на 38° при токе $0,2\ \text{А}$. Горизонтальная составляющая земного магнитного поля $12,8\ \text{А/м}$. Плоскость катушки совпадает с плоскостью магнитного меридиана.

62. Определить горизонтальную составляющую напряженности магнитного поля Земли, если обмотка тангенс-буссоли имеет 10 витков радиусом $25\ \text{см}$. При токе $0,64\ \text{А}$ стрелка отклоняется на угол 45° .

63. Плоский контур площадью $20\ \text{см}^2$ находится в однородном магнитном поле с индукцией $0,03\ \text{Тл}$. Найти магнитный поток, пронизывающий контур, если его плоскость составляет угол 60° с линиями индукции.

64. Электромагнит изготовлен в виде тороида со средним диаметром $51\ \text{см}$ и вакуумным зазором $2\ \text{мм}$. Обмотка тороида равномерно распределена по всей его длине. Во сколько раз уменьшится напряженность магнитного поля в зазоре, если при неизменном токе в обмотке зазор увеличить в три раза? Магнитная проницаемость сердечника тороида 800 .

65. Найти напряженность магнитного поля между полюсами электромагнита, если проводник массой $10\ \text{г}$ и длиной $1\ \text{м}$ при токе в нем $19,6\ \text{А}$ висит в поле, не падая.

66. В однородном магнитном поле с индукцией $0,1\ \text{Тл}$ движется проводник длиной $10\ \text{см}$ со скоростью $15\ \text{м/с}$, направленной перпендикулярно к магнитному полю. Найти ЭДС, индуцированную в проводнике.

67. Обмотка электромагнита содержит 800 витков. Площадь сечения сердечника $15\ \text{см}^2$, Индукция магнитного поля в сердечнике $1,4\ \text{Тл}$. Вычислить величину средней ЭДС, возникающей в обмотке при размыкании тока, если ток уменьшается до нуля в течение $0,001\ \text{с}$.

68. На железное кольцо намотано в один слой 200 витков провода. Чему равна энергия Магнитного поля, если при токе 2,5 А магнитный поток в железе 0,5 мВб?

69. Замкнутый соленоид намотан на немагнитный каркас и содержит 20 витков на каждый сантиметр длины. Найти объемную плотность энергии поля при токе 1 А.

70. С какой скоростью должен нарастать ток в катушке с числом витков 800, площадью поперечного сечения 10 см^2 , длиной 30 см, чтобы величина ЭДС самоиндукции, возникшей в ней, была равна 25 мВ?

4. МЕХАНИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

71. Маятник для гравиметрической съемки за сутки совершил 57600 колебаний. Найти ускорение свободного падения, если длина маятника 0,56 м.

72. Днище вибролюка, применяемого для погрузки руды в бункер поезда из очистной камеры, совершает гармоническое колебательное движение с амплитудой 5 мм и частотой 1500 мин^{-1} . Написать уравнение колебаний, если начальная фаза равна нулю.

73. Стол питателя, предназначенного для погрузки руды в вагонетки, колеблется с частотой 45 мин^{-1} . Определить максимальные скорость и ускорение стола, полную энергию колебаний, если масса питателя 1000 кг, амплитуда колебаний 72 мм.

74. Решето рудообогатительного грохота совершает вертикальное колебательное движение с амплитудой 5 см. Найти наименьшую частоту колебаний, при которой куски руды, лежащие на решете, будут отделяться от него и подбрасываться вверх.

75. Для погружения обсадных труб в глинистые отложения применяется вибровозбудитель ВО-10, амплитуда колебаний которого 0,13 см, частота вращения дебалансов 1200 мин^{-1} . Определить максимальные скорость и ускорение, написать уравнение колебаний, если начальная фаза равна нулю.

76. Определить полную энергию колебаний и максимальную силу взаимодействия между подъемным сосудом массой 90 тонн и армировкой ствола шахты, если амплитуда горизонтальных колебаний сосуда 3 см, а циклическая частота 7 с^{-1} .

77. Точка одновременно совершает два гармонических колебания, происходящих по взаимно перпендикулярным направлениям и выражаемых уравнениями: $x = 0,5 \sin t$, $y = 2 \cos t$. Найти уравнение траектории точки, построить график ее движения.

78. Два одинаково направленных гармонических колебания одного периода с амплитудами 10 см и 6 см складываются в одно колебание с амплитудой 14 см. Определить разность фаз складываемых колебаний.

79. Груз, подвешенный к пружине, гармонически колеблется по вертикали с периодом 0,5 с. Коэффициент упругости пружины 4 Н/м. Определить массу груза.

80. Амплитуда затухающих колебаний маятника за 5 мин уменьшилась в два раза. За какое время, считая от начального момента, амплитуда уменьшится в восемь раз?

81. Источник незатухающих гармонических колебаний подчиняется закону $x = 5\sin 3140t$ (м). Определить смещение, скорость и ускорение точки, находящейся на расстоянии 340 м от источника, через 1 с от начала колебаний, если скорость волны 340 м/с.

82. Уравнение незатухающих колебаний $y = 0,1\sin 0,5\pi t$ (м). Скорость волны 300 м/с. Написать уравнение колебаний для точек волны в момент времени 4 с после начала колебаний. Найти разность фаз для источника и точки на расстоянии 200 м от него.

83. Звуковые колебания с частотой 500 Гц и амплитудой 0,25 мм, распространяются в воздухе. Длина волны 70 см. Определить скорость распространения волны и наибольшую скорость колебаний частиц воздуха.

84. Определить коэффициент сжатия горной породы - величину, обратную модулю Юнга, если скорость распространения звуковых волн в горной породе равна 4500 м/с, а плотность породы составляет $2,3 \cdot 10^3$ кг/м³.

85. К одному из концов длинного стержня прикреплен вибратор, колеблющийся по закону $y = 10^{-6}\sin 10^4\pi t$ (м). Найти скорость точек в сечении стержня, отстоящем от вибратора на расстоянии 25 см, в момент времени 10^{-4} с. Скорость волны $5 \cdot 10^3$ м/с.

86. Колебательный контур состоит из катушки с индуктивностью 2 мГн и конденсатора емкостью 888 пФ. На какую длину волны настроен контур?

87. Найти частоту собственных колебаний в контуре, состоящем из катушки индуктивности и плоского конденсатора. Площадь каждой пластины конденсатора 30 см² и расстояние между ними 0,1 см. Число витков катушки 1000, длина ее 30 см, сечение 1 см².

88. Колебательный контур состоит из катушки с индуктивностью 1,02 Гн и конденсатора емкостью 0,025 мкФ. Заряд на конденсаторе равен $2,5 \cdot 10^{-6}$ Кл. Какова зависимость разности потенциалов на конденсаторе от времени?

89. Катушка (без сердечника) длиной 50 см и площадью поперечного сечения 3 см² имеет 1000 витков и соединена параллельно с конденсатором. Он состоит из двух

пластин площадью 75 см^2 каждая, расстояние между пластинами 5 мм , диэлектрик - воздух. Найти период колебаний контура и длину волны, на которую он настроен.

90. Колебательный контур состоит из катушки индуктивностью $1,02 \text{ Гн}$ и конденсатора емкостью 25 нФ . На обкладках конденсатора сосредоточен заряд $2,5 \text{ мкКл}$. Написать уравнение изменения тока в цепи в зависимости от времени.

91. Разность потенциалов на конденсаторе в контуре за 1 мс уменьшается в три раза. Найти коэффициент затухания.

92. Электромагнитные волны распространяются в некоторой однородной среде со скоростью $2,5 \cdot 10^8 \text{ м/с}$. Какую длину волны имеют электромагнитные колебания в данной среде, если частота колебаний 1 МГц ?

93. Катушка с индуктивностью 30 мкГн присоединена к плоскому конденсатору с площадью пластин $0,01 \text{ м}^2$ и расстоянием между ними $0,1 \text{ мм}$. Найти диэлектрическую проницаемость среды, заполняющей пространство между пластинами, если контур настроен на длину волны 750 м .

94. Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью 80 пФ и катушки индуктивностью $0,5 \text{ мГн}$. Найти максимальный ток в контуре, если максимальная разность потенциалов на обкладках конденсатора 300 В . На какую длину волны резонирует данный контур?

95. Закон изменения разности потенциалов на обкладках конденсатора в контуре задан уравнением $U = 50 \cos 10^4 \pi t (\text{В})$. Емкость конденсатора равна $0,1 \text{ мкФ}$. Найти период колебаний, индуктивность, длину волны. Написать закон изменения тока в контуре.

96. Колебательный контур состоит из конденсатора переменной емкости от 12 пФ до 80 пФ и катушки с индуктивностью $1,2 \text{ мГн}$. Найти диапазон длин электромагнитных волн, которые могут вызывать резонанс в этом контуре.

97. Индуктивность колебательного контура $0,5 \text{ мГн}$. Какова должна быть емкость контура, чтобы он резонировал на длину волны 300 м ?

98. Катушка (без сердечника) длиной 50 см и площадью поперечного сечения 3 см^2 имеет 1000 витков и соединена параллельно с конденсатором. Он состоит из двух пластин площадью 75 см^2 каждая, расстояние между пластинами 5 мм , диэлектрик - воздух. Найти период колебаний контура и длину волны, на которую он настроен.

99. Какую индуктивность надо включить в колебательный контур, чтобы при емкости 2 мкФ получить частоту 1000 Гц ?

100. Индуктивность катушки в колебательном контуре 20 мкГн. Требуется настроить этот контур на частоту 5 МГц. Какую емкость следует выбрать?

101. Колебательный контур, состоящий из воздушного конденсатора с двумя пластинами по 100 см^2 каждая и катушки с индуктивностью 1 мкГн резонирует на волну длиной 10 м. Найти расстояние между пластинами конденсатора.

5. ВОЛНОВАЯ И КВАНТОВАЯ ОПТИКА

102. Расстояние между двумя щелями в опыте Юнга 1 мм, расстояние от щелей до экрана 3 м, расстояние между соседними интерференционными максимумами на экране 1,5 мм. Найти длину волны источника монохроматического света.

103. Оранжевые лучи с длиной волны 650 нм от двух когерентных источников, расстояние между которыми 120 мкм, падают на экран. Расстояние от источников до экрана 3,6 м. Найти расстояние между центрами соседних темных полос на экране.

104. Какую наименьшую толщину должна иметь пластинка, сделанная из материала с показателем преломления 1,54, чтобы при освещении ее лучами с длиной волны 750 нм, перпендикулярными к пластинке, она в отраженном свете казалась красной?

105. Между двумя плоскопараллельными пластинками лежит проволочка, отчего образовался воздушный клин. Пластины освещаются светом с длиной волны 500 нм. Угол падения лучей 0° , длина пластинки 10 см. Расстояние между интерференционными полосами в отраженном свете 1,8 мм. Найти толщину проволочки.

106. Плосковыпуклая линза ($n=1,5$) с оптической силой 0,5 диоптрий выпуклой стороной лежит на стеклянной пластинке. Найти радиус пятого темного кольца Ньютона в проходящем свете ($\lambda=600 \text{ нм}$).

107. Радиус кривизны плосковыпуклой линзы 4 м. Чему равна длина волны падающего света, если радиус 5-го светлого кольца Ньютона в отраженном свете равен 3,6 мм?

108. На щель шириной 0,2 мм падает нормально монохроматический свет с длиной волны 640 нм. Определить угол отклонения лучей, соответствующих первой светлой дифракционной полосе.

109. На пластинку со щелью падает нормально монохроматический свет. Угол отклонения лучей, соответствующих второму дифракционному минимуму, равен 1° . Сколько длин волн падающего света составляет ширина щели?

110. На щель шириной 0,05 мм падает нормально монохроматический свет ($\lambda=0,6$ мкм). Найти угол между первоначальным направлением пучка света и направлением на четвертую темную дифракционную полосу.

111. На дифракционную решетку нормально падает пучок света от разрядной трубки, наполненной гелием. На какую линию в спектре третьего порядка накладывается красная линия гелия с длиной волны 670 нм спектра второго порядка?

112. При освещении дифракционной решетки белым светом спектры второго и третьего порядка накладываются друг на друга. На какую длину волны в спектре второго порядка накладывается фиолетовая граница (400 нм) спектра третьего порядка?

113. На дифракционную решетку, имеющую 800 штрихов на 1 мм, падает параллельный пучок белого света. Какова разность углов отклонения конца первого и начала второго спектров? Принять длину волны красного света 760 нм, фиолетового 400 нм.

114. На дифракционную решетку, содержащую 50 штрихов на миллиметр, падает в направлении нормали к ее поверхности белый свет. Спектр проектируется на экран с помощью линзы, помещенной вблизи решетки. Определить длину спектра первого порядка на экране, если расстояние от линзы до экрана 3 м. Границы видимого спектра 400 нм и 760 нм.

115. Угол преломления луча света в жидкости равен 35° . Определить показатель преломления этой жидкости, если отраженный луч максимально поляризован.

116. Под каким углом к горизонту должно находиться Солнце, чтобы его лучи, отраженные от поверхности озера, были бы наиболее полно поляризованы.

117. Предельный угол полного внутреннего отражения луча на границе жидкости с воздухом равен 43° . Каков должен быть угол падения луча из воздуха на поверхность жидкости, чтобы отраженный луч был максимально поляризован?

118. Угол максимальной поляризации при отражении света от кристалла каменной соли равен 57° . Определить скорость распространения света в этом кристалле.

119. Угол между плоскостями поляризации двух призм Николя равен 45° . Во сколько раз уменьшится интенсивность света, прошедшего через николи, если этот угол увеличить до 60° ?

120. Температура «голубой» звезды $3 \cdot 10^4 \text{ K}$. Определить интегральную интенсивность излучения и длину волны, соответствующую максимуму излучательной способности.

121. Приняв температуру поверхности Солнца равной 6000 K , определить энергию, излучаемую с одного квадратного метра за секунду и длину волны, соответствующую максимуму излучательной способности.

122. Поток энергии, излучаемой из смотрового окошка печи за секунду, равен 34 Вт . Найти температуру печи, если площадь отверстия 6 см^2 .

123. Средняя величина энергии, теряемой вследствие излучения с одного квадратного сантиметра поверхности Земли за минуту, равна $0,55 \text{ Дж}$. Какую температуру должно иметь абсолютно черное тело, излучающее такое же количество энергии?

124. Печь при температуре 1100 K посылает на измерительный прибор некоторое тепловое излучение. Какова должна быть температура печи, чтобы получаемое прибором излучение увеличилось в два, четыре и шестнадцать раз?

125. Максимальная лучеиспускательная способность абсолютность черного тела приходится на длину волны 800 нм . Какая мощность должна быть подведена к этому телу, поверхность которого 100 см^2 , чтобы поддерживать его при постоянной температуре.

126. Вследствие изменения температуры абсолютно черного тела, максимум испускательной способности сместился с 500 нм на 750 нм . Во сколько раз уменьшилась суммарная мощность излучения?

127. Какая доля энергии фотона израсходована на работу вырывания фотоэлектрона, если красная граница фотоэффекта равна 307 нм и кинетическая энергия фотоэлектрона 1 эВ ?

128. Калий (работа выхода 2 эВ) освещается монохроматическим светом с длиной волны 509 нм . Определить максимально возможную кинетическую энергию фотоэлектронов.

129. Определить работу выхода электрона из цезия и серебра, если красная граница фотоэффекта у этих металлов составляет соответственно 660 нм и 260 нм .

130. Определить энергию, импульс и массу фотона, длина волны которого соответствует видимой части спектра с длиной волны 500 нм .

131. Определить давление света на стенки электрической стоваттной лампы. Колба лампы представляет собой сферический сосуд радиусом 5 см . Стенки лампы

отражают 10 % падающего на них света. Считать, что вся потребляемая мощность идет на излучение.

132. На поверхность площадью 100 см^2 ежеминутно падает 63 Дж световой энергии. Найти величину светового давления, если поверхность полностью отражает все лучи и если полностью поглощает все лучи.

133. Давление света с длиной волны 600 нм на черную поверхность равно $2,2 \cdot 10^{-7} \text{ Н/м}^2$. Сколько фотонов падает на 1 см^2 за одну секунду?

6. КВАНТОВАЯ ФИЗИКА И ФИЗИКА АТОМА

134. Определить длину волны, соответствующую границе серии Бальмера для водорода. Выделить эту спектральную линию на схеме энергетических уровней атома водорода. Постоянная Ридберга равна $1,097 \cdot 10^7 \text{ м}^{-1}$.

135. Найти наибольшую и наименьшую длины волн в первой инфракрасной серии спектра водорода (серии Пашена). Начертить схему энергетических уровней атома водорода.

136. Атом водорода в основном состоянии поглотил квант света с длиной волны 121,5 нм. Определить радиус электронной орбиты возбужденного атома водорода.

137. Вычислить энергию фотона, испускаемого при переходе электрона в атоме водорода с третьего энергетического уровня на первый.

138. Определить длины волн де Бройля для электрона и протона, движущихся со скоростью 1000 км/с. Масса электрона $9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$, масса протона $1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$.

139. Какую ускоряющую разность потенциалов должен пройти электрон, чтобы длина волны де Бройля была равна 0,10 нм ?

140. Определить длину волны де Бройля для электрона, движущегося по круговой орбите атома водорода, находящегося в основном состоянии.

141. Электрон, движущийся со скоростью $6 \cdot 10^6 \text{ м/с}$, попадает в продольное ускоряющее однородное электрическое поле напряженностью 5 В/см. Какое расстояние должен пройти электрон в таком поле, чтобы его длина волны стала равной 0,10 нм?

142. Рассчитать дебройлевскую длину волны для протона с кинетической энергией, равной энергии покоя электрона 0,51 МэВ.

143. Найти коротковолновую границу непрерывного рентгеновского спектра, если известно, что уменьшение приложенного к рентгеновской трубке напряжения на 23 кВ увеличивает искомую длину волны в два раза.

144. Найти длину волны коротковолновой границы сплошного рентгеновского спектра, если скорость электронов, подлетающих к антикатоде трубки, составляет 0,85 скорости света.

145. Для определения постоянной Планка к рентгеновской трубке приложили напряжение 16 кВ и определили минимальную длину волны сплошного рентгеновского излучения ($\lambda_{\text{мин}} = 77,6$ пм). Вычислить по этим данным постоянную Планка.

146. Частица в потенциальной яме шириной l находится в возбужденном состоянии ($n=2$).

Вычислить вероятность нахождения частицы в крайней четверти ямы.

46. Частица в потенциальной яме находится в основном состоянии. Какова вероятность обнаружить частицу в крайней трети ямы?

147. В одномерной потенциальной яме шириной l находится электрон. Найти вероятность нахождения электрона на первом энергетическом уровне в интервале $l/4$, равноудаленном от стенок ямы.

148. Вычислить величину момента импульса L орбитального движения электрона, находящегося в атоме водорода в s-состоянии и в p-состоянии.

149. Частица в потенциальной яме шириной l находится в низшем возбужденном состоянии. Определить вероятность нахождения частицы в интервале $l/4$, равноудаленном от стенок ямы.

150. Определить возможные значения проекции момента импульса L_z орбитального движения электрона в атоме водорода на направление внешнего магнитного поля. Электрон находится в d-состоянии.

151. Электрон находится в одномерной прямоугольной потенциальной яме шириной l

с бесконечно высокими стенками. Определить вероятность обнаружения электрона в средней трети ямы, если электрон находится в возбужденном состоянии ($n=3$).

7. ЭЛЕМЕНТЫ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ

152. Активность препарата пропорциональна числу ядер, распадающихся за секунду. Во сколько раз уменьшится активность препарата стронция ${}_{38}\text{Sr}^{90}$ через 100 лет? Период полураспада равен 28 лет.

153. Сколько β -частиц испускает в течение одного часа 1 мкг изотопа ${}_{11}\text{Na}^{24}$, период полураспада которого составляет 15 часов?

154. Препарат ${}_{92}\text{U}^{238}$ массой 1 г излучает $1,24 \cdot 10^4$ α -частиц в секунду. Найти период полураспада этого изотопа урана и активность препарата.

155. Найти число распадов за одну секунду в 1 г радия, период полураспада которого 1590 лет. Молярная масса радия 0,226 кг/моль.

156. Активность препарата пропорциональна числу ядер, распадающихся за одну секунду. Во сколько раз уменьшится активность иода ${}_{53}\text{I}^{124}$ спустя 12 суток? Период полураспада равен четырем суткам.

157. Сколько β -частиц испускается в течение суток при распаде изотопа фосфора ${}_{15}\text{P}^{32}$ массой 1 мкг? Период полураспада 14,3 суток.

158. Активность препарата уменьшилась в 256 раз. Сколько периодов полураспада составляет промежуток времени, за который произошло такое уменьшение активности?

159. За один год начальное количество радиоактивного вещества уменьшилось в три раза. Во сколько раз оно уменьшится за два года?

60. Какая доля начального количества радиоактивного вещества останется нераспавшейся через промежуток времени, равный двум периодам полураспада?

160. Дефект массы ядра ${}_{7}\text{N}^{15}$ равен 0,12396 а.е.м. Определить массу атома. ($m_{{}_1\text{H}}^1 = 1,00783$ а.е.м.; $m_{{}_0\text{n}}^1 = 1,00867$ а.е.м.).

161. Найти удельную энергию связи ядра ${}_{6}\text{C}^{12}$, если известно, что $m_{{}_1\text{H}}^1 = 1,00783$ а.е.м.; $m_{{}_0\text{n}}^1 = 1,00867$ а.е.м.; $m_{{}_{12}\text{C}}^6 = 12,00000$ а.е.м.

162. Рассчитать массу нейтрального атома, если ядро его состоит из трех протонов и двух нейтронов, а энергия связи ядра равна 26,3 Мэв. ($m_{{}_1\text{H}}^1 = 1,00783$ а.е.м.; $m_{{}_0\text{n}}^1 = 1,00867$ а.е.м.).

163. Определить энергию связи ядра изотопа кислорода ${}_{8}\text{O}^{16}$, если $m_{{}_1\text{H}}^1 = 1,00783$ а.е.м.; $m_{{}_0\text{n}}^1 = 1,00867$ а.е.м.; $m_{{}_8\text{O}}^{16} = 15,99491$ а.е.м.

164. Определить энергию связи, приходящуюся на один нуклон ядра атома ${}_{11}\text{Na}^{23}$, если $m_{{}_{11}\text{Na}}^{23} = 22,98977$ а.е.м.; $m_{{}_1\text{H}}^1 = 1,00783$ а.е.м.; $m_{{}_0\text{n}}^1 = 1,00867$ а.е.м.

165. Найти дефект массы, энергию связи и удельную энергию связи ядра ${}_{3}\text{Li}^7$, если известно, что $m_{{}_3\text{Li}}^7 = 7,01601$ а.е.м.; $m_{{}_1\text{H}}^1 = 1,00783$ а.е.м.; $m_{{}_0\text{n}}^1 = 1,00867$ а.е.м.

166. Энергия связи электрона с ядром невозбужденного атома водорода ${}_1\text{H}^1$ равна 13,6 эВ. Определить, насколько масса атома водорода меньше суммы масс свободных протона и электрона.

167. Вычислить дефект массы и энергию связи ядра ${}_5\text{B}^{11}$, если известны следующие массы: $m_{{}_5\text{B}^{11}} = 11,00931$ а.е.м.; $m_{{}_1\text{H}^1} = 1,00783$ а.е.м.; $m_{{}_0\text{n}^1} = 1,00867$ а.е.м.

168. Найти энергию, которую нужно затратить для отрыва нейтрона от ядра ${}_{11}\text{Na}^{23}$, если известны следующие массы: $m_{{}_0\text{n}^1} = 1,00867$ а.е.м.; $m_{{}_{11}\text{Na}^{23}} = 22,98977$ а.е.м.; $m_{{}_{11}\text{Na}^{22}} = 21,99444$ а.е.м.

169. Найти энергию отрыва нейтрона от ядра ${}_2\text{He}^4$, если известны массы: $m_{{}_0\text{n}^1} = 1,00867$ а.е.м.; $m_{{}_2\text{He}^4} = 4,00260$ а.е.м.; $m_{{}_2\text{He}^3} = 3,01603$ а.е.м.

170. Найти энергию, необходимую для удаления одного протона из ядра ${}_8\text{O}^{16}$ (${}_8\text{O}^{16} \rightarrow {}_7\text{N}^{15} + {}_1\text{H}^1$). $m_{{}_1\text{H}^1} = 1,00783$ а.е.м.; $m_{{}_8\text{O}^{16}} = 15,99491$ а.е.м.; $m_{{}_7\text{N}^{15}} = 15,00011$ а.е.м.

171. Найти изменение массы при следующей ядерной реакции:
 ${}_{13}\text{Al}^{27} + {}_2\text{He}^4 \rightarrow {}_{15}\text{P}^{30} + {}_0\text{n}^1$, если $m_{{}_{13}\text{Al}^{27}} = 26,98154$ а.е.м.; $m_{{}_2\text{He}^4} = 4,00260$ а.е.м.; $m_{{}_{15}\text{P}^{30}} = 29,97263$ а.е.м.; $m_{{}_0\text{n}^1} = 1,00867$ а.е.м.

172. Вычислить энергетический эффект ядерной реакции: ${}_1\text{H}^2 + {}_1\text{H}^3 \rightarrow {}_2\text{He}^4 + {}_0\text{n}^1$, если $m_{{}_1\text{H}^2} = 2,01410$ а.е.м.; $m_{{}_1\text{H}^3} = 3,01605$ а.е.м.; $m_{{}_0\text{n}^1} = 1,00867$ а.е.м.; $m_{{}_2\text{He}^4} = 4,00260$ а.е.м.

173. В термоядерном реакторе с дейтериевым горючим может происходить вторичная термоядерная реакция ${}_2\text{He}^3 + {}_1\text{H}^2 \rightarrow {}_2\text{He}^4 + {}_1\text{H}^1$. Вычислить энергию этой реакции. ($m_{{}_2\text{He}^3} = 3,01603$ а.е.м.; $m_{{}_1\text{H}^2} = 2,01410$ а.е.м.; $m_{{}_2\text{He}^4} = 4,00260$ а.е.м.; $m_{{}_1\text{H}^1} = 1,00783$ а.е.м.).

174. Вычислить энергию ядерной реакции ${}_7\text{N}^{14} + {}_0\text{n}^1 \rightarrow {}_6\text{C}^{14} + {}_1\text{H}^1$. ($m_{{}_7\text{N}^{14}} = 14,00307$ а.е.м.; $m_{{}_0\text{n}^1} = 1,00867$ а.е.м.; $m_{{}_6\text{C}^{14}} = 14,00324$ а.е.м.; $m_{{}_1\text{H}^1} = 1,00783$ а.е.м.).

175. Определить энергию ядерной реакции ${}_3\text{Li}^6 + {}_1\text{H}^2 \rightarrow {}_2\text{He}^4 + {}_2\text{He}^4$. ($m_{{}_3\text{Li}^6} = 6,01513$ а.е.м.; $m_{{}_1\text{H}^2} = 2,01410$ а.е.м.; $m_{{}_2\text{He}^4} = 4,00260$ а.е.м.).

176. Какую минимальную энергию должен иметь квант для вырывания нейтрона из ядра ${}_6\text{C}^{14}$? Известны массы: $m_{{}_6\text{C}^{14}} = 14,00324$ а.е.м.; $m_{{}_0\text{n}^1} = 1,00867$ а.е.м.; $m_{{}_6\text{C}^{13}} = 13,00335$ а.е.м.

177. Какую минимальную энергию необходимо затратить, чтобы разделить ${}_6\text{C}^{12}$ на три равные части. ($m_{{}_6\text{C}^{12}} = 12,00000$ а.е.м.; $m_{{}_2\text{He}^4} = 4,00260$ а.е.м.).

178. Определить энергию ядерной реакции ${}_{20}\text{Ca}^{44} + {}_1\text{H}^1 \rightarrow {}_{19}\text{K}^{41} + 2\text{He}^4$. ($m_{{}_{20}\text{Ca}^{44}} = 43,95549$ а.е.м.; $m_{{}_1\text{H}^1} = 1,00783$ а.е.м.; $m_{{}_2\text{He}^4} = 4,00260$ а.е.м.; $m_{{}_{19}\text{K}^{41}} = 40,96184$ а.е.м.)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература

8.1 Основная литература

1.	И.Г. Коршунов. Физика. – Екатеринбург: Ид-во УГГУ, 2014. – 341 с.
2.	В.И. Горбатов, В.Ф. Полев. Физика. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ (Ч.1, 2012.-105 с.; Ч.2, 2013.-115 с.; Ч.3.- 2014.-147 с.)
3.	Михайлов В.К. Физика: учебное пособие/ Михайлов В.К.— Электрон. текстовые данные.- М.: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2013.-120 с.-Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/23753.html - ЭБС «IPRbooks».
4.	Михайлов В.К. Волны. Оптика. Атомная физика. Молекулярная физика: учебное пособие/ Михайлов В.К., Панфилова М.И.-Электрон. текстовые данные.-М.: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2016.-144 с.-Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/62614.html -ЭБС «IPRbooks».
5.	Трофимова Т.М. Курс физики. Академия, 2010.- 560 с.

Дополнительная литература

1. И.Г. Коршунов. Основы физики.- Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2010. - 312 с.
2. Ветрова В.Т. Физика. Сборник задач: учебное пособие/ Ветрова В.Т.- Электрон. текстовые данные.- Минск: Вышэйшая школа, 2015.-446 с.- Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/48021.html> -ЭБС «IPRbooks».
3. Чакак А.А. Физика. Краткий курс: учебное пособие для студентов очно-заочной формы обучения вузов, слушателей курсов повышения квалификации и профессиональной переподготовки специалистов, для студентов факультета дистанционных образовательных технологий/ Чакак А.А., Летута С.Н. Электрон. текстовые данные. Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2011.-541 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30092.html> - ЭБС «IPRbooks».
4. Сарина М.П. Механика. Молекулярная физика и термодинамика. Часть 1. Механика: учебное пособие/ Сарина М.П.- Электрон. текстовые данные.- Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014.- 187 с.- Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45392.html> - ЭБС «IPRbooks».

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Некоторые физические постоянные

Физическая постоянная	Обозначение	Значение
Скорость света в вакууме	c	$3.00 \cdot 10^8$ м/с
Гравитационная постоянная	G	$6.67 \cdot 10^{-11}$ м ³ /(кг·с ²)
Число Авогадро	N_A	$6.02 \cdot 10^{23}$ моль ⁻¹
Молярная газовая постоянная	R	8.31 Дж/(моль·К)
Постоянная Больцмана	k	$1.38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К
Атомная единица массы	$1a.e.m.$	$1.660 \cdot 10^{-27}$ кг
Элементарный заряд	e	$1.60 \cdot 10^{-19}$ Кл
Масса покоя электрона	m_e	$9.11 \cdot 10^{-31}$ кг
Масса покоя протона	m_p	$1.67 \cdot 10^{-27}$ кг
Электрическая постоянная	ε_0	$8.85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м
Магнитная постоянная	μ_0	$4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м
Постоянная Планка	h	$6.63 \cdot 10^{-34}$ Дж/с
	$\hbar$	$1.05 \cdot 10^{-34}$ Дж/с

Приложение 2

Множители и приставки для образования десятичных кратных и дольных единиц и их наименования

Приставка			Мно жи- тель	Приставка			Мно жи- тель
Наименование	Обозначение			Наименование	Обозначение		
	русское	международное			русское	международное	
экса	Э	E	10^{18}	деци	д	d	10^{-1}
пэта	П	P	10^{15}	санти	с	c	10^{-2}
тера	Т	T	10^{12}	милли	м	m	10^{-3}
гига	Г	G	10^9	микро	мк	μ	10^{-6}
мега	М	M	10^6	нано	н	n	10^{-9}
кило	к	k	10^3	пико	п	p	10^{-12}
Гекто	г	h	10^2	фемто	ф	f	10^{-15}
Дека	да	da	10^1	атто	а	a	10^{-18}

Примечание: Приставки гекто, дека, деци и санти допускается применять только в наименованиях кратных и дольных единиц, уже получивших широкое распространение (гектар, декалитр, дециметр, сантиметр и др.)

Единицы физических величин, имеющие собственные наименования

Величина	Единица	
	Наименование	Обозначение
Длина	метр	м
Масса	килограмм	кг
Время	секунда	с
Плоский угол	радиан	рад
Телесный угол	стерадиан	ср
Сила, вес	ньютон	Н
Давление	паскаль	Па
Напряжение (механическое)	паскаль	Па
Модуль упругости	паскаль	Па
Работа, энергия	джоуль	Дж
Мощность	ватт	Вт
Частота колебаний	герц	Гц
Термодинамическая температура	кельвин	К
Разность температур	кельвин	К
Теплота, количество теплоты	джоуль	Дж
Количество вещества	моль	моль
Электрический заряд	кулон	Кл
Сила тока	ампер	А
Потенциал электрического поля, электрическое напряжение	вольт	В
Электрическая емкость	фарад	Ф
Электрическое сопротивление	ом	Ом
Электрическая проводимость	сименс	См
Магнитная индукция	тесла	Тл
Магнитный поток	вебер	Вб
Индуктивность	генри	Гн
Сила света	кандела	кд
Световой поток	люмен	лм
Освещенность	люкс	лк
Поток излучения	ватт	Вт
Поглощенная доза излучения (доза излучения)	грэй	Гр
Активность изотопа	беккерель	Бк

Внесистемные единицы

Наименование величины	Единица		
	Наименование	Обозначение	Соотношение с единицей СИ
Масса	тонна	т	10^3 кг
	атомная единица массы	а.е.м.	$1.66 \cdot 10^{-27}$ кг
Время	минута	мин	60 с
	час	ч	3600 с
	сутки	сут	86400 с
Плоский угол	градус	...°	$1.74 \cdot 10^{-2}$ рад
	минута	...'	$2.91 \cdot 10^{-4}$ рад
	секунда	...''	$4.85 \cdot 10^{-6}$ рад
	град	град	($\pi/200$) рад
Объем, вместимость	литр	Л	10^{-3} м ³
Длина	астрономическая единица	а.е.	$1.50 \cdot 10^{11}$ м
	световой год	св. год	$9.46 \cdot 10^{15}$ м
	парсек	пк	$3.08 \cdot 10^{16}$ м
Оптическая сила	диоптрия	Дптр	1 м ⁻¹
Площадь	гектар	Га	10^4 м ²
Энергия	электрон-вольт	эВ	$1.60 \cdot 10^{-19}$ Дж
Полная мощность	вольт-ампер	В·А	
<i>Примечание:</i> Единицы времени (минуту, час, сутки), плоского угла (градус, минуту, секунду), астрономическую единицу, световой год, диоптрию и атомную единицу массы не допускается применять с приставками.			

Плотность некоторых твердых тел

Твердое тело	Плотность, г/см ³	Твердое тело	Плотность, г/см ³
Алюминий	2.70	Цезий	1.90
Барий	3.50	Каменная соль	2,2
Ванадий	6.02	Латунь	8,55
Висмут	9.80	Марганец	7,40
Железо (чугун, сталь)	7.88	Платина	21,4
Литий	0.53	Золото	19,3
Медь	8.93	Висмут	9,80
Никель	8.90	Уран	18,7
Свинец	11.3	Цинк	7,15
Серебро	10.5	Вольфрам	19,3

Приложение 6

Плотность некоторых жидкостей и газов

Жидкость (при 15° С)	Плотность, г./см ³	Газ (при нормальных условиях)	Плотность, кг/м ³
Вода (дистиллированная при 4°С)	1.00	Водород	0.09
Глицерин	1.26	Воздух	1.29
Керосин	0.8	Гелий	0.18
Ртуть	13.6	Аргон	1,78
Масло (оливковое, смазочное)	0.9	Азот	1,25
Масло касторовое	0.96	Кислород	1.43
Сероуглерод	1.26		
Эфир	0.7		
Спирт	0.80		

Приложение 7

Удельное сопротивление ρ некоторых материалов

Материал	Удельное сопротивление, Ом·м	Материал	Удельное сопротивление, Ом·м
Алюминий	$2,53 \cdot 10^{-8}$	Ртуть	$9,6 \cdot 10^{-7}$
Алюминий провод	$2,87 \cdot 10^{-8}$	Свинец	$2,08 \cdot 10^{-7}$
Бумага	10^{15}	Серебро	$1,6 \cdot 10^{-8}$
Вода	10^4	Сталь литая	$1,3 \cdot 10^{-7}$
дистиллированная			
Вода морская	0,3	Сталь чистая	$1,01 \cdot 10^{-7}$
Вольфрам	$5,5 \cdot 10^{-8}$	Стекло	10^{11}
Графит	$3,9 \cdot 10^{-6}$	Стекло кварцевое	10^{16}
Железо чистое	$9,8 \cdot 10^{-8}$	Угольные щётки	$4 \cdot 10^{-5}$
Железо	$8,7 \cdot 10^{-8}$	Цинк	$5,9 \cdot 10^{-8}$
Золото	$2,2 \cdot 10^{-8}$	Чугун серый	$1 \cdot 10^{-6}$
Константан	$5 \cdot 10^{-7}$	Никель	$8,7 \cdot 10^{-8}$
Масло парафиновое	10^{14}	Нихром	$1,12 \cdot 10^{-6}$
Магний	$4,4 \cdot 10^{-8}$	Олово	$1,2 \cdot 10^{-7}$
Манганин	$4,3 \cdot 10^{-7}$	Платина	$1,07 \cdot 10^{-7}$
Медь	$1,72 \cdot 10^{-8}$	Медь провод	$1,78 \cdot 10^{-8}$

Приложение 8

Диэлектрическая проницаемость некоторых веществ

Вещество	Проницаемость	Вещество	Проницаемость
Ацетон	21,4	Парафин	2,0
Вакуум	1,0	Парафинированная бумага	2,0
Воздух	1,000594	Полиэтилен	2,2
Вода	81	Слюда	7,0
Вода дистиллированная	31	Спирт этиловый	25,1
Воск	7,8	Спирт метиловый	33,5
Керосин	2,0	Стекло	7,0
Масло	5,0	Фарфор	5,0
Масло трансформаторное	2,2	Эбонит	2,6

Приложение 9

Греческий алфавит

Обозначения букв	Название букв	Обозначения букв	Название букв
Α, α	Альфа	Ν, ν	ню
Β, β	Бета	Ξ, ξ	кси
Γ, γ	Гамма	Ο, ο	омикрон
Δ, δ	Дэльта	Π, π	пи
Ε, ε	Эпсилон	Ρ, ρ	ро
Ζ, ζ	Дзета	Σ, σ	сигма
Η, η	Эта	Τ, τ	тау
Θ, θ	Тэта	Υ, υ	ипсилон
Ι, ι	Иота	Φ, φ	фи
Κ, κ	Каппа	Χ, χ	хи
Λ, λ	Ламбда	Ψ, ψ	пси
Μ, μ	Ми	Ω, ω	омега

СОДЕРЖАНИЕ

Общие методические указания к решению задач и выполнению домашних контрольных работ	3
1. Механика	4
2. Молекулярная физика и термодинамика	7
3. Электричество и магнетизм	10
4. Механические и электромагнитные колебания и волны	12
5. Волновая и квантовая оптика	15
6. Квантовая физика и физика атома	18
7. Элементы ядерной физики	19
Список литературы	23
Приложения	24



**ФГБОУ ВО
УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

ХИМИЯ

**РУКОВОДСТВО ПО ВЫПОЛНЕНИЮ
ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ “ХИМИЯ”**

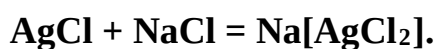
ЧАСТЬ II

2020

РАБОТА 1. Комплексные соединения

Цель работы - познакомиться с методами получения комплексных соединений и их свойствами.

Широко распространены среди минералов комплексные соединения. Комплексные соединения содержат катионный, анионный или нейтральный комплекс, состоящий из центрального атома или иона и связанных с ним молекул или ионов лигандов. Центральный атом – комплексообразователь - обычно представляет собой акцептор, а лиганды - доноры электронов, и при образовании комплекса между ними возникает донорно-акцепторная, или координационная связь. Комплексообразователь и лиганды образуют внутреннюю сферу комплексного соединения, которая в растворах сохраняет индивидуальность, хотя может иметь место и диссоциация. За счет устойчивости внутренней сферы можно перевести в водный раствор малорастворимые минералы. Например, кераргирит **AgCl**, плохо растворимый в воде, растворяется под действием насыщенного раствора хлорида натрия



Шарпит **UO₂CO₃H₂O** переходит в насыщенный раствор соды, образуя **Na₄[UO₂(CO₃)₃]**.

Нантоцит растворяется при обработке концентрированным раствором гидроксида аммония:

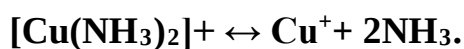


Устойчивые комплексные соединения **K₃[Fe(CN)₆]**, **Na₂[Zn(OH)₄]**, **K₄[Fe(CN)₆]** и др. служат в качестве подавителей флотации при обогащении руд. Образование комплексных соединений происходит при умягчении воды, при защите металлов от коррозии и многих других процессах, использующихся в горнодобывающей и горноперерабатывающей промышленности.

В водных растворах комплексные соединения полностью распадаются на ионы внутренней и внешней сферы



Комплексные ионы диссоциируют только частично, ведут себя как слабые электролиты



Константа равновесия этого процесса называется константой нестойкости (K_H):

$$K_H = \frac{C_{\text{Cu}^+} \cdot C_{\text{NH}_3}^2}{C_{[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]^+}}.$$

Чем устойчивее комплексный ион в растворе, тем меньше величина константы нестойкости.

Опыт 1. Диссоциация сульфата железа - аммония

Налить в три пробирки по 2-3 мл раствора соли $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$. В первую пробирку добавить несколько капель раствора тиоцианата калия KSCN . О наличии, какого иона в растворе свидетельствует появление характерной красной окраски?

Во вторую пробирку добавьте несколько капель 30% -ного раствора щелочи. Слегка нагреть. Какой ион образует бурый осадок, а какой обуславливает появление запаха аммиака? В третью пробирку добавить 1 мл хлорида бария. Какая соль выпадет в осадок?

На три вышеприведенных вопроса ответить, записав четыре уравнения реакций в ионном виде.

Составить уравнение диссоциации исследуемой соли и сделать вывод, какой солью, двойной или комплексной, она является.

Опыт 2. Диссоциация гексацианоферрата (III) калия

Составить уравнение диссоциации гексацианоферрата (III) калия. Налить в две пробирки по 1 мл раствора этой соли. В одну из них добавить несколько капель щелочи, в другую - тиоцианата калия. Записать в ионном виде отсутствие взаимодействия комплексного иона со щелочью в первой пробирке и с тиоцианатом - во второй.

Почему в растворе не обнаружено иона железа (III)? Сделайте вывод, какой солью, двойной или комплексной, является исследуемое вещество. Написать математическое выражение для константы нестойкости комплексного иона.

Опыт 3. Получение сульфата тетраамминмеди (II)

Налить в пробирку 1-2 мл раствора сульфата меди и по каплям добавить раствор аммиака до выпадения осадка основной соли меди $(\text{CuOH})_2\text{SO}_4$. Написать уравнение реакции образования этой соли в молекулярном и ионном виде.

Прилить избыток 5-6 мл гидроксида аммония. Наблюдать растворение $(\text{CuOH})_2\text{SO}_4$ и образование фиолетового раствора, содержащего комплексный ион тетраамминмеди (II) $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$.

Написать уравнение реакции образования комплексных солей $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ и $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$ в молекулярном и ионном виде.

Опыт 4. Получение тетраиодомеркурата (II) калия

Налить в пробирку 3-4 капли раствора нитрата ртути (II) и добавить по каплям раствор иодида калия до появления ярко-красного осадка иодида ртути.

Дальнейшее прибавление иодида калия вызывает растворение осадка и образование бесцветного раствора комплексной соли $\text{K}_2[\text{HgI}_4]$

Написать уравнения образования и растворения осадка в молекулярном и ионном виде.

Опыт 5. Получение соединения, содержащего в молекуле комплексный катион и комплексный анион

В пробирку внести 2-3 мл раствора гексацианоферрата (II) калия и 3-4 мл раствора сульфата никеля. К полученному осадку гексацианоферрата (II) никеля добавить раствор гидроксида аммония до полного растворения осадка. Наблюдать образование бледно-лиловых кристаллов соли $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6][\text{Fe}(\text{CN})_6]$. Написать в ионном виде уравнения реакций образования осадка и растворения осадка.

Опыт 6. Растворение осадков за счет процесса комплексообразования

Процессы комплексообразования вызывают уменьшение равновесной концентрации ионов в насыщенном растворе малорастворимого соединения. Это смещает равновесие в системе раствор - осадок и вызывает растворение осадка.

а) Налить в пробирку 1 мл концентрированного раствора хлорида кальция, добавить 2 мл раствора сульфата натрия. Наблюдать выпадение осадка при встряхивании. Написать уравнение реакции в ионном виде.

Полученный осадок сульфата кальция растворить в насыщенном растворе сульфата аммония. Написать уравнение реакции растворения CaSO_4 (в молекулярной и ионной форме) в результате образования комплексной соли $(\text{NH}_4)_2[\text{Ca}(\text{SO}_4)_2]$.

б) Налить в пробирку 3-4 капли раствора соли цинка и добавить по каплям разбавленный раствор NaOH до выпадения осадка $\text{Zn}(\text{OH})_2$ и последующего растворения его с образованием $[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$. Написать уравнения реакций в молекулярном виде.

Опыт 7. Комплексные соединения в реакциях обмена

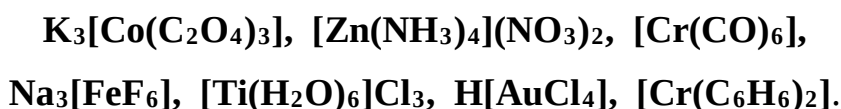
а) Налить в пробирку 1-2 мл раствора гексацианоферрата (II) калия $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ и добавить несколько капель раствора Fe^{3+} . Наблюдать образование осадка берлинской лазури $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$.

б) Налить в пробирку 1-2 мл раствора гексацианоферрата (III) калия $K_3[Fe(CN)_6]$ и добавить несколько капель раствора, содержащего ион цинка. Отметить окраску осадка $Zn_3[Fe(CN)_6]_2$.

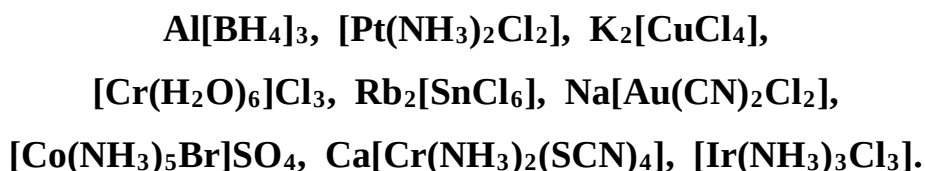
Написать молекулярные и ионные уравнения реакция. Сделать вывод об устойчивости комплексных ионов в реакциях обмена.

Контрольные вопросы и задания

1. Укажите внутреннюю и внешнюю сферы, комплексообразователь и лиганды в следующих комплексных соединениях:



2. Определите степень окисления и координационное число комплексообразователя в следующих комплексных соединениях:



3. Объясните, какое основание является более сильным и почему: $Ni(OH)_2$ или $[Ni(NH_3)_4](OH)_2$? Какая кислота сильнее HCN или $H[Ag(CN)]_2$?

4. Степень гидролиза какой соли больше и почему: KCN или $K[Ag(CN)]_2$

5. Объясните уменьшение растворимости $PbCl_2$ в воде при добавлении разбавленной HCl и увеличение растворимости этого осадка при добавлении концентрированной HCl .

6. Сколько молей $AgCl$ осаждается при добавлении нитрата серебра к раствору $[Co(NH_3)_5Cl]Cl_2$ в расчете на моль имеющегося кобальта?

РАБОТА 2. Определение молярной массы эквивалента

Цель работы - усвоить одно из важнейших химических понятий - понятие об эквиваленте - и научиться определять молярную массу эквивалента вещества.

Молярная масса - отношение массы вещества к количеству вещества:

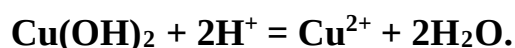
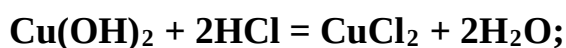
$$M = \frac{m}{\nu} \quad (1)$$

где M - молярная масса вещества; m - масса вещества; ν - количество вещества.

Например, $M(O) = 16 \text{ г/моль}$; $M(O_2) = 32 \text{ г/моль}$.

Эквивалент ($\mathcal{E}$) - это частица вещества, которая может замещать, присоединять, высвобождать или каким-либо другим образом эквивалентна одному иону водорода в ионообменных реакциях или одному электрону в окислительно-восстановительных реакциях.

Для определения состава эквивалента вещества необходимо исходить из конкретной реакции. Например:

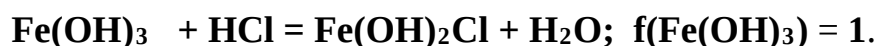
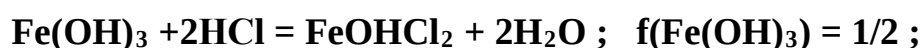


В данной реакции один ион водорода эквивалентен $1/2$ моль Cu(OH)_2 , поэтому эквивалент Cu(OH)_2 равен половине его молекулы.

Фактор эквивалентности (f) - число, обозначающее, какая доля от реальной частицы эквивалентна одному иону водорода или одному электрону. Например, в рассмотренном случае фактор эквивалентности: $f(\text{Cu(OH)}) = 1/2$.

Для оснований фактор эквивалентности определяется количеством гидроксильных ионов (OH^-), которые могут быть замещены либо замещаются в конкретной реакции на кислотные остатки.

Например, $f(\text{Fe(OH)}_3) = 1/3$, но в конкретных реакциях может проявляться неполная кислотность основания и необходимо определять конкретный фактор эквивалентности:



Для кислот фактор эквивалентности определяется количеством ионов водорода, которые могут быть замещены либо замещаются в конкретной реакции на катионы металла.

Например, $f(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1/2$, так как в молекуле серной кислоты два иона водорода могут быть замещены на катион металла, но в реакции



фактор эквивалентности серной кислоты равен 1.

Фактор эквивалентности кислотного оксида равен фактору эквивалентности соответствующей ему кислоты. Так, фактор эквивалентности оксида углерода (IV) (CO_2) равен $1/2$, так как ему соответствует угольная кислота (H_2CO_3).

Но в конкретной реакции фактор эквивалентности определяется количеством эквивалентов реагирующего с оксидом вещества. Так в реакции:



Фактор эквивалентности соли и основного оксида определяется произведением степени окисления металла на количестве атомов металла в молекуле. Например:

$$f(\text{Al}_2\text{O}_3) = 1/(2 \cdot 3) = 1/6; \quad f(\text{FeCl}_3) = 1/(1 \cdot 3) = 1/3.$$

Зная фактор эквивалентности и молярную массу вещества, можно рассчитать молярную массу эквивалента ($\mathcal{E}$) данного вещества, которую часто для краткости называют эквивалентом

$$\mathcal{E} = f \cdot M, \quad (2)$$

Понятие эквивалента является одним из важнейших в химии, так как позволяет проводить количественные расчеты при взаимодействии веществ, пользуясь законом эквивалентов: "Все вещества реагируют в строго эквивалентных соотношениях". Иными словами, если в химическую реакцию вступило эквивалентов одного вещества, то количество эквивалентов любого другого вещества вступившего с ним в реакцию, будет тоже. Так, 0.1 моль эквивалентов серной кислоты реагирует с 0.1 моль эквивалентов хлорида бария, или 0.1 моль эквивалентов нитрата свинца, или 0.1 моль эквивалентов гидроксида натрия, или 0.1 моль эквивалентов гидроксида меди и т. д.

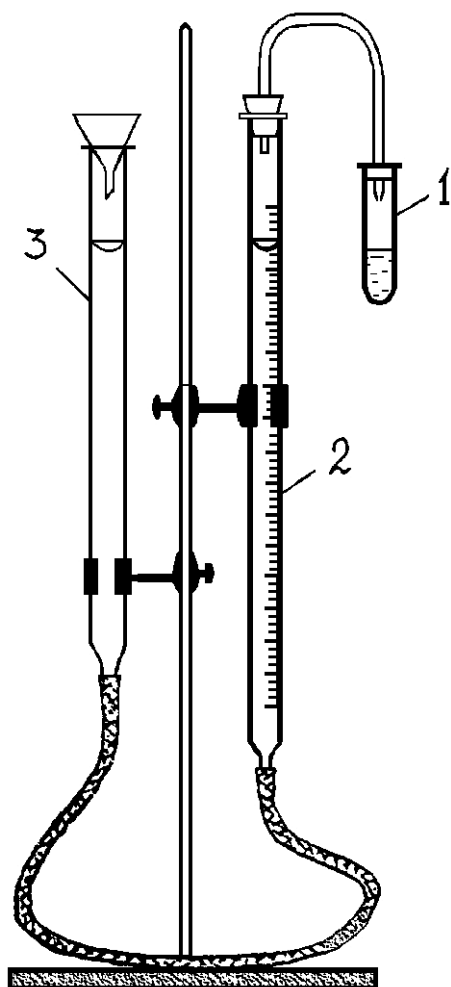
Количество эквивалентов вещества может быть рассчитано по формуле:

$$V_{(\text{эквивалентов})} = \frac{m_{(\text{в-ва})}}{\mathcal{E}_{(\text{в-ва})}} \quad (3)$$

Так как количества эквивалентов веществ, вступающих в реакцию, одинаково, то одной из формул, выражающих закон эквивалентов, может быть следующая:

$$\frac{m_{(\text{в - ва 1})}}{\mathcal{E}_{(\text{в - ва 1})}} = \frac{m_{(\text{в - ва 2})}}{\mathcal{E}_{(\text{в - ва 2})}} \quad (4)$$

Пользуясь этой формулой, можно практически определить молярную массу эквивалента вещества. Используемый метод основан на способности исследуемого вещества реагировать с кислотой: выделением газа (водорода или диоксида углерода). Работа проводится на приборе, изображенном на рисунке.



Прибор состоит из пробирки (1), бюретки (2) на 100 мл, заполненной водой или раствором хлорида натрия, стеклянной трубки и воронки (3), выполняющих роль уравнительного сосуда.

Пробирка соединена с бюреткой стеклянной трубкой, на концах надеты резиновые пробки, герметично закрывающие пробирку и бюретку. Нижний конец бюретки соединен с уравнительным сосудом резиновой "трубкой" длиной 40-50 мм. Перед работой испытайте герметичность прибора. Для этого поднимите воронку на 15-20 см, закрепите ее в этом положении и наблюдайте в течение 1-3 минут за постоянством уровня жидкости в бюретке. Если уровень остается постоянным, то прибор герметичен.

Опыт 1. Определение

эквивалента металла

Получите у лаборанта исследуемый металл. В пробирку налейте 5-6 мл 10 % -ного раствора соляной кислоты. Навеску металла заверните в небольшую полоску фильтровальной бумаги, верхнюю часть бумажки полученного фунтика смочите водой и приложите к внутренней части пробирки так, чтобы после того, как пробирка будет закрыта пробкой, этот фунтик на 1-3 см был ниже края пробирки и не касался кислоты. Убедитесь, что прибор вновь герметичен. Установите бюретку и воронку так, чтобы положение воды в них было точно на одном уровне, но не выше нулевой отметки. Отметьте и запишите положение мениска в бюретке (при этом глаз должен находиться на уровне мениска). Наклоняя пробирку, добейтесь того, чтобы кусочки металла упали на дно пробирки. Наблюдайте выделение водорода и вытеснение воды в уравнительный сосуд. Когда весь металл растворится, дайте пробирке остыть, приведите положение воды в бюретке и воронке к одному уровню и точно отметьте положение мениска в бюретке. Разность двух отсчетов - до и после реакции металла с

кислотой - дает объем водорода (**V**), выделившегося при данных условиях (**T** и **P**).

Форма записи результатов опыта

Навеска металла	m , г
Объем выделившегося водорода при данных условиях	V , мл
Температура опыта	T , К
Барометрическое давление	P , Па
Давление насыщенного водяного пара при температуре опыта	h , Па

Обработка результатов опыта

Пользуясь уравнением Менделеева-Клапейрона, рассчитайте массы выделившегося водорода:

$$m_{H_2} = \frac{P_{H_2} \cdot V_{H_2} \cdot M_{H_2}}{T \cdot R}, \text{ г},$$

где **M_{H₂}** - молярная масса водорода, 2 г/моль; **T** - температура опыта, К; **R** - газовая постоянная - 8.31 Дж/моль К; **V_{H₂}** - объем выделившегося водорода, мл; **P_{H₂}** - парциальное давление водорода, Па, рассчитанное по формуле: **P_{H₂} = P - h**, где **P** - атмосферное давление, Па; **h** - давление насыщенного водяного пара при данной температуре, Па (см. таблицу 1)

Таблица 1

t , °C	h , Па	t , °C	h , Па	t , °C	h , Па
11	1306	16	1813	21	2490
12	1400	17	1933	22	2640
13	1493	18	2066	23	2813
14	1600	19	2200	24	2986
15	1706	20	2333	25	3173

По закону эквивалентов определите молярную массу эквивалента металла:

$$\mathcal{E}_{Me} = \frac{m_{Me}}{m_{H_2}} \cdot \mathcal{E}_{H_2}, \text{ г/моль (экв)};$$

$$\mathcal{E}_{H_2} = f_{H_2} \cdot M_{H_2} = 1/2 \cdot 2 \text{ г/моль} = 1 \text{ г/моль}.$$

Узнайте у преподавателя степень окисления растворенного вами металла, определите, какой это металл, и по таблице Д И. Менделеева рассчитайте точную молярную массу эквивалента данного металла (**Э_{точн.}**).

Определите относительную погрешность опыта:

$$\Delta = \frac{\Xi_{\text{Ме}} - \Xi_{\text{точн.}}}{\Xi_{\text{Ме}}} \cdot 100\%.$$

Контрольные вопросы и задания.

1. Почему при определении молярной массы соли в бюретку заливают не воду, а раствор поваренной соли?
2. Почему при определении объема выделившегося газа необходимо выравнивать уровни жидкости в бюретке и сообщающейся с ней трубке?
3. Какой оксид реагировал с 16г кислорода, если в реакцию вступило 64 грамма оксида, образованного элементом со степенью окисления 44, фактор эквивалентности оксида равен 1/2 ?
4. Определите эквивалент металла, 56 г которого прореагировали с раствором, содержащим 109.5 г соляной кислоты.
5. Зависит ли эквивалент химического элемента от степени окисления элемента или является постоянной величиной?

РАБОТА 3. Окислительно-восстановительные реакции

Цель работы - изучить окислительно-восстановительные свойства химических соединений, составить уравнения окислительно-восстановительных реакций, определить направление окислительно-восстановительных процессов по электродным потенциалам.

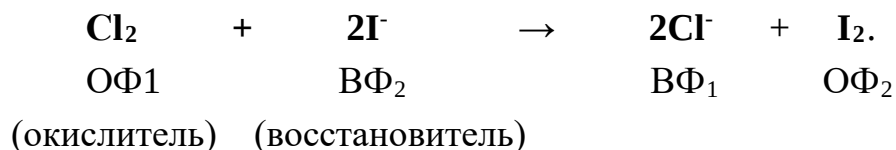
Окислительно-восстановительные процессы широко распространены в природе, они протекают в атмосфере и в магматических расплавах. Руды и минералы земной поверхности окисляются при воздействии O_2 , CO_2 и влаги, выветриваются, образуя гидроксиды, карбонаты, сульфаты. Например, пирит разлагается во влажном воздухе



с выделением серной кислоты. Растворы серной кислоты опускаются вниз, выделяя из сульфидов сероводород, который ниже уровня грунтовых вод в отсутствии кислорода восстанавливает серебро, мышьяк, висмут, медь.

Окислительно-восстановительные реакции сопровождаются перераспределением электронной плотности. Если частица отдает электроны, то степень окисления элемента повышается и он переходит в окисленную формы (ОФ), если принимает, то элемент переходит в восстановленную

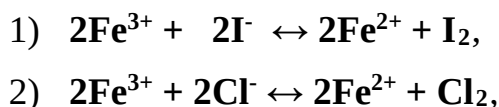
форму (ВФ). Обе формы составляют сопряженную окислительно-восстановительную пару. В каждой реакции участвуют две сопряженные пары:



Окислительно-восстановительная способность атомов и ионов характеризуется величиной их окислительно-восстановительного (электродного) потенциала, φ^0 ОФ/ВФ - стандартный электродный потенциал.

Располагая значениями электродных потенциалов, можно определить возможность и направление окислительно-восстановительных реакций, зная правило: сопряженная пара с более положительной величиной электродного потенциала выступает в качестве окислителя, а с отрицательной - в качестве восстановителя.

Пример. В каком направлении могут самопроизвольно протекать реакции:

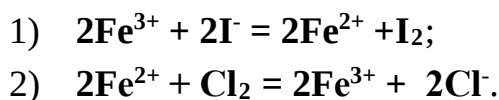


если известны величины стандартных потенциалов следующих пар:

ОФ/ВФ	$\text{I}_2/2\text{I}^-$	$\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$	$\text{Cl}_2/2\text{Cl}^-$
$\varphi^0, \text{В}$	0.54	0.77	1.36

Решение. Увеличение активности ОФ наблюдается с ростом алгебраической величины.

I_2 , как ОФ с наименьшим значением, не может окислять ионы Fe^{3+} и Cl^- . Ионы Fe^{3+} могут окислять иодид-ионы, не способны окислять ионы Cl^- . Cl_2 является ОФ пары с наибольшим значением φ^0 и служит окислителем для ионов Fe^{2+} . Поэтому первая реакция протекает в прямом направлении, а вторая - в обратном:



Опыт 1. Окислительные свойства нитрита натрия

В пробирку налейте 1 мл раствора иодида калия и столько же разбавленной серной кислоты, а затем - на кончике шпателя добавьте сухой соли нитрита натрия.

Отметьте выделение бесцветного газа **NO**, его побурение под действием кислорода воздуха, а также окраску образовавшегося раствора при выделении йода.

Напишите уравнение реакции на основе электронного баланса

$$\varphi^0 \text{I}_2/2\text{I}^- = 0.54 \text{ В}; \quad \varphi^0 \text{NO}_2^-/\text{NO} = 0.99 \text{ В},$$

сравнивая эти потенциалы, решите, какая из двух пар будет играть роль восстановителя. Может ли в результате реакции образоваться диоксид азота?

Опыт 2. Восстановительные свойства нитрита натрия

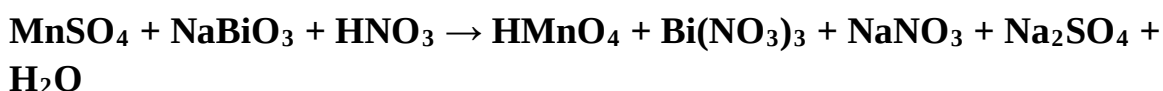
Налейте в пробирку 1 мл раствора перманганата калия и добавьте на кончике шпателя сухой соли нитрита натрия до изменения окраски раствора. Составьте уравнение реакции, имея в виду, что перманганат-ион в нейтральной среде восстанавливается до диоксида марганца (IV), нитрит-ион окисляется до нитрат-иона, а среда становится щелочной (образуется **KOH**)

$$\varphi^0 \text{MnO}_4^-/\text{MnO}_2 = +0.62 \text{ В}; \quad \varphi^0 \text{NO}_3^-/\text{NO}_2^- = -0.01 \text{ В},$$

сравнивая эти потенциалы, решить, какая из двух пар будет играть роль окислителя.

Опыт 3. Образование окрашенных перманганат-ионов

Ионы **Mn** окисляются висмутатом натрия в азотнокислой среде с образованием перманганат-ионов:



К 1-2 каплям сульфата марганца добавляют 4-5 капель раствора азотной кислоты и на кончике шпателя висмутата натрия.

Реакция протекает без нагревания. Как объяснить появление малиновой окраски?

$$\varphi^0 \text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+} = 1.51 \text{ В}; \quad \varphi^0 \text{NaBiO}_3/\text{Bi}^{3+} = 1.8 \text{ В},$$

укажите окислитель и восстановитель.

Рассчитайте коэффициенты для проведенной реакции на основе электронного баланса.

Опыт 4. Окислительные свойства сульфита натрия

Налейте в пробирку 4-5 капель разбавленной серной кислоты, добавьте 2-3 капли раствора Na_2S и Na_2SO_4 на кончике шпателя. Наблюдать выделение серы в виде белой мути



Рассчитайте коэффициенты для этой реакции на основе электронного баланса

$$\varphi^0 \text{SO}_3^{2-}/\text{S} = 0.45 \text{ В}; \quad \varphi^0 \text{S}/\text{S}^{2-} = -0.48 \text{ В},$$

укажите окислитель и восстановитель.

Опыт 5. Окислительные свойства перманганата калия в различных средах

В три пробирки налить по 1 мл раствора перманганата калия.

В первую пробирку добавляют 1 мл разбавленной серной кислоты.

Во вторую пробирку наливают 1 мл воды.

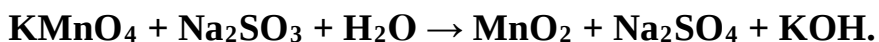
В третью пробирку помешают 1 мл щелочи.

Затем в каждую пробирку засыпают по половине стеклянной ложечки сухой соли сульфита натрия.

В первой пробирке образуется ион Mn^{2+}



Во второй пробирке получается диоксид марганца (IV)



В третьей пробирке восстановление протекает до MnO_4^{2-}



Подберите коэффициенты для уравнений методом электронного баланса

$$\varphi^0 \text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+} = 1.51 \text{ В}; \quad \varphi^0 \text{MnO}_4^-/\text{MnO}_2 = 0.62 \text{ В},$$

$$\varphi^0 \text{MnO}_4^-/\text{MnO}_4^{2-} = 0.56 \text{ В}; \quad \varphi^0 \text{SO}_4^{2-}/\text{SO}_3^{2-} = 0.22 \text{ В}.$$

Установить, в какой среде перманганат калия является наиболее сильным окислителем.

Опыт 6. Окислительные свойства дихромата калия.

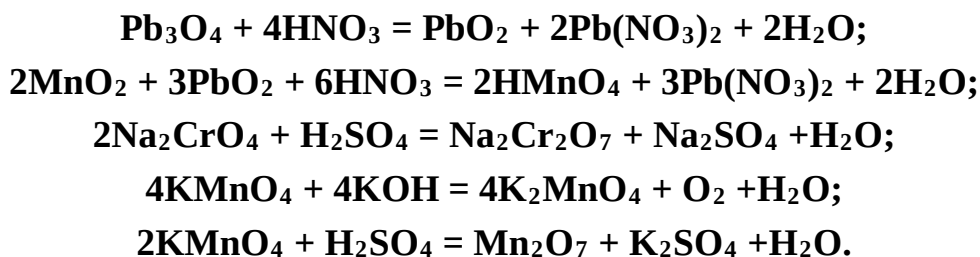
Налейте в пробирку 1-2 мл раствора $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, столько же разбавлен-

ной серной кислоты и добавьте несколько кристаллов сульфата железа до изменения окраски раствора. Напишите уравнение реакции, учитывая, что Fe^{2+} окисляется до Fe^{3+} , дихромат-ион восстанавливается до Cr^{3+}

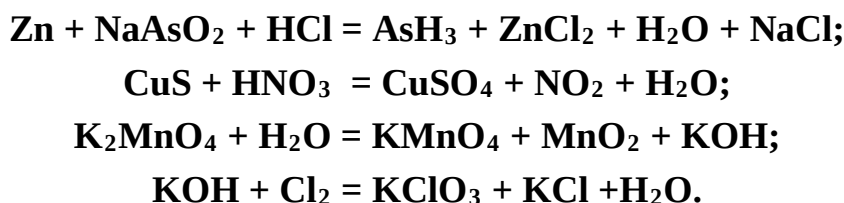
$$\varphi^0 \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/2\text{Cr}^{3+} = 1.33 \text{ В}; \quad \varphi^0 \text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+} = 0.77 \text{ В}.$$

Контрольные вопросы и задания

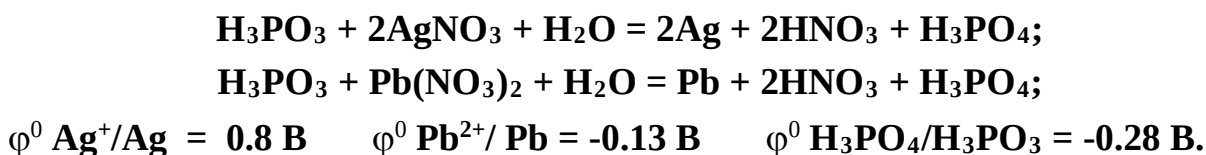
1. Какие из реакций являются окислительно-восстановительными, укажите для них окислитель, восстановитель и среду



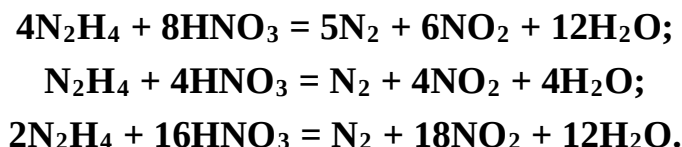
2. Рассчитайте коэффициенты для реакций



3. Какие из приведенных реакций могут протекать самопроизвольно?



4. Укажите, какое из уравнений соответствует реальному протеканию химической реакции?



Л и т е р а т у р а

Карапетьянц М.Х., Дракин С.И. Общая и неорганическая химия. М.: Химия, 1992. - 588 с



ФГБОУ ВО

**УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Н.Б.Смирнова, В.М. Сахарова

ХИМИЯ

**Руководство по выполнению
лабораторных работ**

Часть III

2020

Работа 1. ГАЛЬВАНИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Цель работы - изучение электрохимических процессов, протекающих при работе гальванических элементов, расчет значений ЭДС гальванических элементов и величин энергии Гиббса по значениям электродных потенциалов.

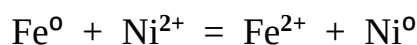
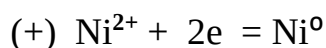
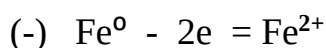
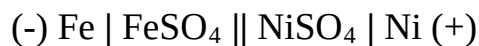
Химические источники электрической энергии имеют широкое распространение, т.к. для многих современных машин, аппаратов и транспорта требуются автономные источники электрической энергии. Любое горное предприятие используют химические источники тока. Простейший пример химического источника тока - гальванический элемент.

В гальванических элементах протекают процессы превращения химической энергии окислительно-восстановительных реакций в электрическую.

Электрохимическая схема гальванического элемента.



Отрицательным полюсом (анодом) этого гальванического элемента является железо, поскольку его электродный потенциал меньше потенциала никеля.



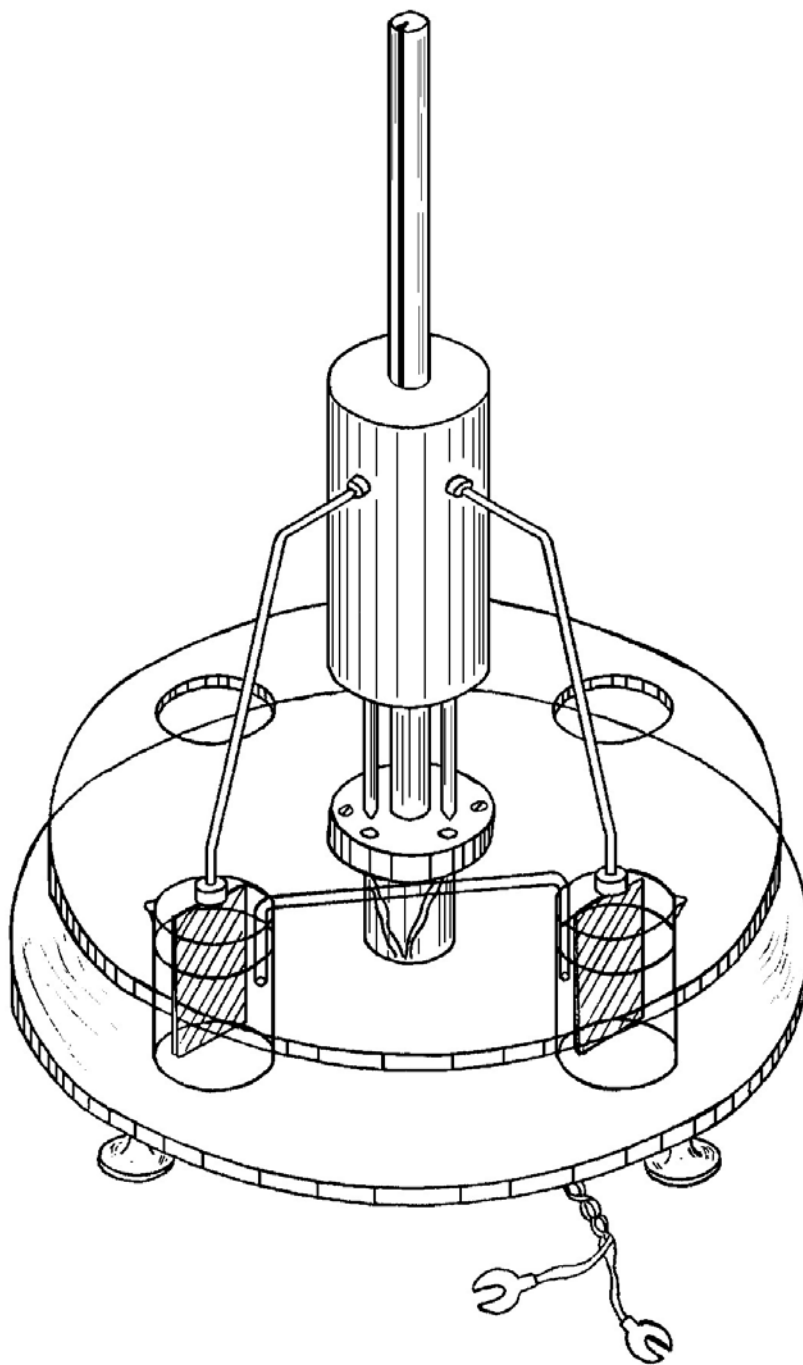
Электродвижущая сила(ЭДС) гальванического элемента определяется по равенности электродных потенциалов: $\text{ЭДС} = \varphi_{(+)} - \varphi_{(-)}$, соответствующих процессам, протекающим на положительном и отрицательном полюсах гальванического элемента. Пользуясь таблицей стандартных электродных потенциалов, можно определить ЭДС этого гальванического элемента:

$$E = \varphi_{\text{ок}}^0 - \varphi_{\text{вос}}^0 = \varphi_{\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}}^0 - \varphi_{\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}}^0 = -0.25 - (-0.44) = 0.19 \text{ В}$$

Изменение энергии Гиббса ΔG_{298}^0 связано с ЭДС гальванического элемента соотношением $\Delta G_{298}^0 = -nFE$, где n - число электронов, принима

ющих участие в реакции; F - постоянная Фарадея (96500 Кл/моль);
 E - ЭДС гальванического элемента.

Общий вид установки для измерения электродвижущей
силы гальванического элемента в рабочем состоянии



Опыт 1. Медно - цинковый гальванический элемент.

В два химических стаканчика налейте равные объемы растворов сульфата цинка ($C_M = 1 \text{ моль/л}$) и сульфата меди ($C_M = 1 \text{ моль/л}$). Опустите пластинки цинка и меди в растворы собственных солей. Растворы соедините электролитическим ключом - жидкостным мостиком, заполненным насыщенным раствором хлорида калия. Провода внешней цепи присоедините к гальванометру.

1. Напишите: электрохимическую схему полученного гальванического элемента; процессы, протекающие на отрицательном и положительном полюсах гальванического элемента; суммарную окислительно-восстановительную реакцию в ионной и молекулярной формах.

2. Укажите направление перехода электронов во внешней цепи.

3. По значениям электродных потенциалов рассчитайте ЭДС гальванического элемента.

4. Запишите показание гальванометра в вольтах (В) и сравните его с расчетным значением ЭДС.

Последующие опыты 2, 3 и 4 оформить по той же схеме (пункты 1-4).

Опыт 2. Медно-свинцовый гальванический элемент

Опустите в растворы собственных солей пластинки из меди и свинца. Концентрации растворов задаются преподавателем. Соедините растворы электролитическим ключом. Присоедините провода внешней цепи к гальванометру. Наблюдайте отклонение стрелки гальванометра, указывающее на возникновение электрического тока.

Опыт 3. Медно-кадмиевый гальванический элемент.

В один стаканчик налейте раствор сульфата кадмия ($C_M = 1 \text{ моль/л}$), а в другой налейте раствор сульфата меди ($C_M = 1 \text{ моль/л}$). Погрузите в эти растворы соответственно пластинки из кадмия и меди, соедините электролитическим ключом. Провода внешней цепи присоедините к гальванометру.

Опыт 4. Свинцово-цинковый гальванический элемент.

Налейте в два химических стаканчика равные объемы растворов солей свинца (II) и цинка, их концентрации задаются преподавателем. Опустите в них соответственно пластинки свинца и цинка. С помощью электролитического ключа соедините растворы солей. Подключите во внешнюю цепь гальванометр.

Контрольные вопросы и задания.

1. Объясните, почему показания гальванометра отличаются от расчетного значения ЭДС?
2. Каким образом можно добиться возрастания ЭДС в гальванических элементах?
3. Какие изменения концентрации растворов солей на электроде - окислителе и электроде - восстановителе приводят к увеличению и уменьшению ЭДС?
4. Халькопирит ($\varphi = 0.42$ В) растворяется в природных водах чрезвычайно медленно. Почему при контакте с пиритом ($\varphi = 0.7$ В) этот процесс ускоряется?
5. Рассчитайте значение ЭДС и энергии Гиббса медно-цинкового гальванического элемента, если концентрация раствора сульфата цинка равна 0.5 моль/л, а концентрация сульфата меди равна - 2 моль/л.
6. Приведите примеры двух гальванических элементов, в одном из которых железо будет отрицательным полюсом (анодом), а в другом будет положительным полюсом (катодом).

Работа 2. ЭЛЕКТРОЛИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ СОЛЕЙ.

Цель работы - изучение электрохимических процессов, протекающих при электролизе водных растворов солей с инертным и растворимым анодами, запись процессов, происходящих на катоде и аноде.

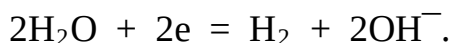
Практически нет ни одной отрасли техники, где бы не применялся электролиз. При выполнении строительных работ проводят электрохимическую обработку глинистых грунтов, при обогащении полезных ископаемых прибегают к электрохимическому кондиционированию флотационной пульпы. В том случае, когда другие методы не обеспечивают необходимой степени очистки воды, используют электрохимическую обработку производственных сточных вод пропусканием через электрокоагуляторы с электродами из железа или алюминия.

При электролизе рассматриваются процессы на электродах: катоде, заряженном отрицательно, и аноде, заряженном положительно. Внешний источник тока выполняет роль своеобразного электронного насоса, который “нагнетает” электроны на катод и “откачивает” электроны с анода. Когда потенциалы электродов достигают определенных значений, на них

становится возможным заряд ионов или молекул из раствора - начинается электролиз.

Катодные процессы: На катоде в первую очередь протекает тот процесс восстановления, потенциал которого более положителен. При электролизе водных растворов на катоде выделяются все металлы, потенциалы которых положительнее, чем -1.0 В.

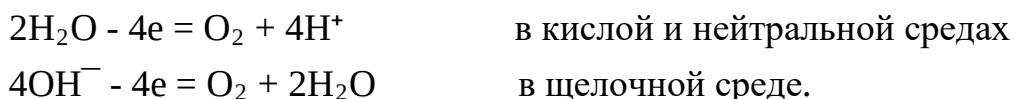
Если в растворе находятся лишь ионы металлов, более активных чем марганец, потенциалы которых отрицательнее, чем -1.0 В, на катоде выделяется водород из воды по реакции:



Анодные процессы: на нерастворимых анодах из Pt, Ti, C происходит процесс окисления того восстановителя, потенциал которого более отрицателен. Практически: если в растворе имеются анионы I^- , Br^- , Cl^- , не содержащие кислород, то они окисляются с выделением I_2 , Br_2 , Cl_2 , соответственно.



Если же в растворе имеются лишь ионы F^- , или анионы, содержащие кислород, потенциал которых больше 2.0 В, то на аноде выделяется кислород из воды по реакции:



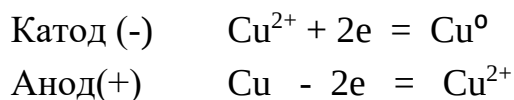
В зависимости от окисляемости материала анода различают процессы с растворимым и нерастворимым (инертным) анодом. Растворимые аноды (большинство металлов) в ходе электролиза окисляются, посылая свои ионы в раствор. Например: $\text{Cu} - 2\text{e} = \text{Cu}^{2+}$, $\text{Ni} - 2\text{e} = \text{Ni}^{2+}$. Инертные электроды при электролизе окислению не подвергаются. К числу наиболее распространенных инертных анодов относятся электроды из платины, графита, титана.

Примеры электролиза водных растворов солей

1. Электролиз водного раствора SnCl_2 , анод Pt



2. Электролиз водного раствора CuSO_4 , анод Cu



Опыт 1. Электролиз водного раствора сульфата натрия с графитовым анодом

Получите электролизер, заполненный раствором сульфата натрия, с графитовыми электродами и пропустите постоянный электрический ток напряжением 12 В. Через 1-2 минуты сравните интенсивность выделения пузырьков газа на электродах, определите расположение катода и анода.

В околокатодное пространство налейте несколько капель фенолфталина, а в околоанодное - лакмуса. Окраска индикаторов должна измениться. Объясните наблюдаемое явление, составив электронно - ионные схемы процессов, протекающих на катоде и аноде, и указывая стандартные значения окислительно - восстановительных потенциалов.

Опыт 2. Электролиз водного раствора иодида калия с графитовым анодом

Получите электролизер, заполненный раствором иодида калия с графитовыми электродами, присоедините электроды к сети постоянного тока. Через 1-2 минуты наблюдайте изменение окраски раствора.

Запишите результаты опыта, составив электронно-ионные схемы процессов, протекающих на катоде и аноде с указанием величин стандартных окислительно-восстановительных потенциалов. Объясните, почему и у какого электрода появилась окраска, почему на катоде не выделяется металлический калий.

Опыт 3. Электролиз водных растворов сульфатов кадмия, меди, никеля, цинка, нитрата свинца.

Получите электролизеры, заполненные водными растворами солей, присоедините графитовые электроды к сети постоянного тока. Пропускайте электрический ток в течение получаса, пока на одном из электродов не появится налет металла.

Поменяйте полюса на электродах, т.е. произведите переполюсовку электродов поворотом вилки относительно розетки. Снова пропускайте электрический ток.

Составьте электронно-ионные схемы катодного и анодного процессов с указанием величин стандартных электродных потенциалов, протека-

ющих при электролизе всех солей: а) с графитовым анодом; б) с соответствующим металлическим анодом.

Контрольные вопросы и задания

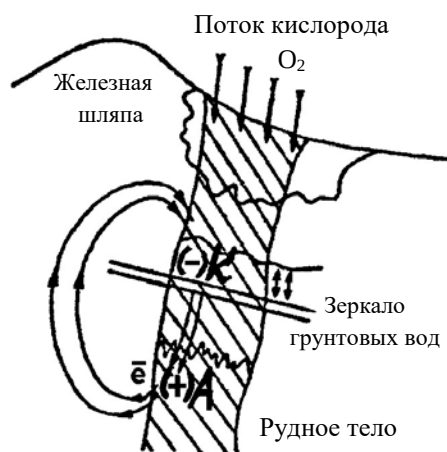
1. Если на электродах могут протекать несколько электрохимических процессов, то какой из них реализуется и что является критерием, определяющим его преимущество?

2. В какой последовательности должны разряжаться на катоде ионы Ag^+ , Fe^{2+} , Cu^{2+} , Bi^{3+} , Sn^{2+} , если в растворе они содержатся в одинаковой концентрации? Чем эта последовательность определяется?

3. Составьте электронно-ионные схемы катодного и анодного процессов, происходящих на медных электродах при электролизе водного раствора нитрата калия.

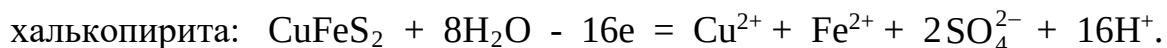
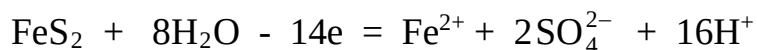
4. При электролизе водного раствора соли значение pH в приэлектродном пространстве одного из электронов возросло. Раствор какой соли подвергся электролизу: а) CdSO_4 ; б) CuCl_2 ; в) KBr ?

5. Рудное тело, содержащее сульфидные минералы в количестве, достаточном для того, чтобы обеспечить электропроводность, можно рассматривать как нерастворимый электрод в поле Земли. В грунтовых водах, окружающих рудное тело, концентрация электролитов изменяется с глубиной. Верхний конец проводника играет роль катода, а нижний - анода. Катионы подъемных вод перемещаются к катоду, а ионы - к аноду, как показано на приведенной схеме.

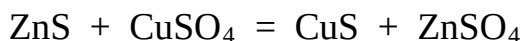


На *а н о д е* происходит окисление, минералы теряют электроны и переходят в раствор.

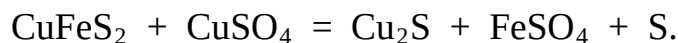
Например, растворение пирита характеризуется уравнением:



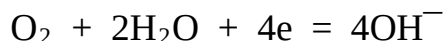
Образующиеся ионы меди (II) вступают в обменные реакции создают так называемую зону вторичного обогащения. Сфалерит замещается ковеллином:



халькопирит обогащается медью за счет образования халькозина:



На *к а т о д е* происходит восстановление. Из нескольких возможных катодных процессов протекает тот, потенциал которого более положителен. Катодные процессы в верхней части рудного тела заключается в потреблении электронов, высвободившихся на аноде и переместившихся на катод. Здесь могли бы восстанавливаться катионы, но в первую очередь реагирует атмосферный кислород, приток которого осуществляется непрерывно, а потенциал намного положительнее, чем у прочих участников геохимического процесса.



а) используя уравнение ионно-электронного баланса, составьте суммарную реакцию растворения пирита в молекулярном виде;

б) какова среда (значение водородного показателя) рудничных вод каменноугольных шахт, если уголь содержит примеси сульфидов?

в) составьте уравнение электронного баланса для приведенной выше реакции взаимодействия халькопирита и сульфата меди с образованием халькозина.

Работа 3. ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ КОРРОЗИЯ МЕТАЛЛОВ

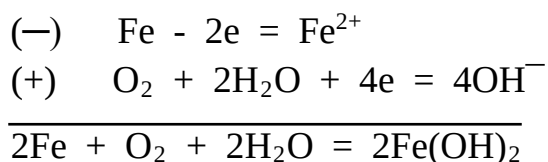
Цель работы - изучение электрохимических процессов, протекающих при работе коррозионных гальванопар.

Десятки миллионов тонн металла ежегодно теряются вследствие коррозии. Горное дело является одним из наиболее металлоемких производств. Вполне возможно сократить потери от коррозии за счет лучшего понимания горными инженерами важнейших физико - химических закономерностей коррозии. Чаще всего разрушение металлов вызывается электрохимической коррозией, которая является результатом эксплуатации металлического оборудования при повышенном содержании коррозионно-активных веществ в шахтах, на карьерах и в горных породах.

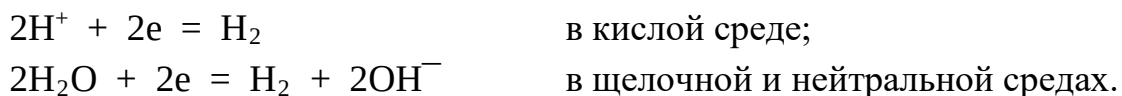
Электрохимическая коррозия происходит в средах, проводящих электрический ток, сопровождается направленным движением электронов и ионов. Электролиты могут содержаться даже в тонком невидимом слое влаги, адсорбированной из воздуха поверхностью металла. Реальная поверхность твердых металлов неоднородна. Различные примеси в металле, его структурная неоднородность, механическая деформация металла, различие концентраций коррозионных агентов в растворах, контактирующих с металлом - все это приводит к тому, что на одних участках поверхности corroзирующего металла идет процесс окисления металла (анодный процесс), а на других - процесс восстановления окислителя (катодный процесс).

Схема электрохимической коррозии становится таким образом аналогичной схеме работы короткозамкнутого гальванического элемента, в котором протекает анодное окисление металла и катодное восстановление окислителя. В литературе по коррозии окислитель обычно обозначают специальным термином *деполяризатор*. Самыми распространенными деполяризаторами в процессах электрохимической коррозии являются растворенный кислород и ионы водорода. Соответственно различают процессы с кислородной и водородной деполяризацией.

С кислородной деполяризацией corroзируют металлы, находящиеся во влажной атмосфере, в воде, нейтральных растворах солей, во влажном грунте. Это самый распространенный тип коррозионных процессов.



В процессах коррозии с *водородной деполяризацией* окисление металла происходит под действием ионов водорода:



Коррозия с водородной деполяризацией преобладает в следующих условиях: для большинства металлов в растворах кислот, для очень активных металлов в нейтральных растворах (например, коррозия магния в воде и растворах хлорида натрия), для амфотерных металлов (например, олово, цинк, алюминий) в растворах щелочей.

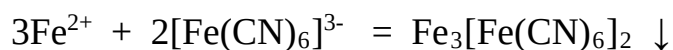
Коррозию значительно замедляет поляризация. Концентрационная поляризация - накопление ионов металла на аноде и недостаточно быстрое связывание электронов, поступающих на катод, вследствие уменьшения концентрации окислителя в растворе. Газовая поляризация - слой адсорбированного водорода на поверхности катода, затрудняющий дальнейшее восстановление, если окислителями были ионы водорода.

Во многих случаях металл предохраняет от коррозии образующаяся на его поверхности стойкая нерастворимая оксидная пленка. Однако, некоторые анионы, например, хлориды, разрушают такие пленки за счет связывания катионов металлов прочные комплексные ионы, растворимые в воде, которые легко удаляются с поверхности металла тем самым усиливая коррозию.

Коррозию замедляют введением в жидкую фазу ингибиторов. Ингибиторы образуют с металлом нерастворимые соединения-соли или прочно связанные поверхностные соединения и таким образом предохраняют поверхность от дальнейшего окисления. Ингибиторы как бы наносят на поверхность металла слой масляной краски толщиной в одну молекулу.

Опыт 1. Коррозия оцинкованного и луженого железа в кислой среде

В две пробирки наливают по 2-3 мл разбавленной серной кислоты. Затем кусочек пластинки из оцинкованного железа помещают в первую пробирку, а во вторую - кусочек пластинки из луженого железа (покрытого оловом). В обе пробирки доливают по 1 мл раствора гексацианоферрата (III) калия, с помощью которого можно обнаружить Fe^{2+} , которые образуются при коррозии железа. Ион Fe^{2+} с этим реактивом дает характерное синее окрашивание в соответствии с реакцией:



Через несколько минут наблюдать растворение железа в кислоте, замечая синее окрашивание на срезах одной из пластинок.

Результаты опыта занести в таблицу:

	Оцинкованное железо	Луженое железо
Коррозионная гальванопара		
Процессы (-)		
на полюсах (+)		
Суммарная реакция		
Синеет через минуту		

В строке "коррозионная гальванопара" запишите электрохимическую схему гальванического элемента.

Сделайте вывод, какой металл растворяется при коррозии оцинкованного и луженого железа и может ли быть использован цинк в качестве протектора для защиты стального оборудования.

Слейте кислоту в стакан для слива кислот осторожно, не теряя кусочков железа. Налить воды в пробирки и промыть 2 раза кусочки металла от кислоты, не доставая их из пробирок.

Опыт 2. Коррозия оцинкованного и луженого железа в нейтральной среде.

В две пробирки с кусочками металла из опыта 1 наливают по 2-3 мл раствора хлорида натрия и добавляют в каждую по 1 мл раствора гексацианоферрата (III) калия.

Через несколько минут замечают синее окрашивание на боковых срезах одной из пластинок.

Результаты опыта запишите в такую же таблицу, как и в первом опыте.

Сделайте вывод, какой металл растворяется при коррозии.

Опыт 3. Растворение химически чистого цинка и цинка, частично покрытого медью, в серной кислоте

В пробирку помещают гранулу химически чистого цинка и 2-3 мл разбавленной серной кислоты. Начавшееся растворение цинка через некоторое время замедляется или прекращается совсем.

В другую пробирку наливают 2-3 мл раствора сульфата меди и опускают такую же гранулу цинка. Через 4-5 минут осторожно сливают раствор и промывают омедненный цинк 2-3 раза водой. Воду сливают, добавляют 2-3 мл разбавленной серной кислоты и наблюдают выделение газообразного водорода.

Результаты опыта запишите в виде ответов на следующие вопросы:

1. Объясните, почему замедляется растворение химически чистого цинка в серной кислоте?
2. Составьте электрохимическую схему коррозионной гальванопары, образованной цинком и металлической медью, выделившейся на его поверхности.
3. Запишите процессы, происходящие у полюсов этой коррозионной гальванопары.
4. Сделайте вывод, почему происходит ускорение растворения цинка в контакте с медью.

Опыт 4. Действие ингибитора коррозии

В две пробирки налить 2-3 мл разбавленной серной кислоты, в одну из них добавляют 1 мл раствора уротропина. В две пробирки поместить по несколько кусочков железных стружек. Объясните разницу в действии на металлы обычной ингибированной кислоты.

Опыт 5. Действие стимулятора коррозии

В две пробирки поместить по кусочку алюминиевой **пластинки** и добавить по 1-2 мл водного раствора сульфата меди. В одну из пробирок всыпать микрошпатель (щепотку) сухого хлорида натрия. Следить, как влияет добавка его на коррозию алюминия.

Контрольные вопросы и задания.

1. Какое покрытие металла называют анодным и какое катодным? Назовите металлы, которые можно использовать для анодного и катодного покрытия железа во влажном воздухе и в сильноокислой среде.
2. Железное изделие покрыли свинцом. Какое это покрытие: анодное

или катодное? Почему? Составьте уравнение анодного и катодного процессов коррозии этого изделия при нарушении цельности покрытия во влажном воздухе и в растворе соляной кислоты. Какие продукты коррозии образуются в первом и во втором случаях?

3. Почему некоторые достаточно активные металлы, например, алюминий, не корродируют на воздухе? Назовите другие металлы с аналогичными свойствами.

4. Одинаково ли отношение к коррозии технического и химически чистого металла? чем вызывается коррозия конструкционной стали?

5. Какое железо корродирует быстрее: находящиеся в контакте с оловом или медью? Мотивируйте ваш выбор.

6. Величины электродных потенциалов металлов уменьшается при повышении рН среды. Объясните, почему при изменении нейтральной среды на щелочную коррозионная устойчивость железа, меди, магния и ряда других металлов увеличивается, а алюминия, хрома, цинка, олова уменьшается.

Список литературы

1. Коровин Н.В. и др. Курс общей химии. - М.: Высш.шк., 1990.- 445 с.
2. Романцева Л.М. и др. Сборник задач и упражнений по общей химии. - М.: Высш.шк., 1991. - 228 с.
3. Любимова Н.Б. Вопросы и задачи по общей и неорганической химии. - М.: Высш.шк., 1990. - 351 с.
4. Смирнова Н.Б., Сахарова В.М. Коррозия и защита металлов. - Екатеринбург: Изд.УГГГА, 1995. - 68 с.
5. Бирюков Ю.В. и др. Общая и неорганическая химия. Лабораторный практикум. - М. - Киев: Высш.шк., 1990. - 133 с.

**ФГБОУ ВО
УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
И КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ
К ЛАБОРАТОРНЫМ ЗАНЯТИЯМ ПО КУРСУ
«ХИМИЯ»**

ЧАСТЬ 1

С О Д Е Р Ж А Н И Е

Введение	4
Общие правила работы в химической лаборатории	7
Правила техники безопасности при работе с химическими реактивами	7
Оказание первой медицинской помощи	8
Оформление лабораторного журнала	8
1. Периодичность изменения свойств оксидов и гидроксидов	9
1.1. Экспериментальная часть	11
1.2. Контрольные вопросы и задания	12
2. Химическая кинетика	14
2.1. Экспериментальная часть	16
2.2. Контрольные вопросы и задания	18
3. Химическое равновесие	19
3.1. Экспериментальная часть	20
3.2. Контрольные вопросы и задания	21
4. Ионные равновесия в растворах электролитов	23
4.1. Экспериментальная часть	25
4.2. Контрольные вопросы и задания	26
5. Реакции ионного обмена	27
5.1. Экспериментальная часть	29
5.2. Контрольные вопросы и задания	31
6. Гидролиз солей	32
6.1. Экспериментальная часть	34
6.2. Контрольные вопросы и задания	35
Список литературы	37

ВВЕДЕНИЕ

Горные инженеры, геологи и геофизики сталкиваются с самыми разнообразными явлениями природы, химическими по своей сущности: быстрой выветриваемостью, окисляемостью, различной смачиваемостью горных пород, с особенностями воздушной среды под землей, с обводненностью горных выработок, агрессивностью рудничных вод. Поэтому им требуются более глубокие знания по химии, чем любому другому специалисту. Инженеры горнодобывающей отрасли способны справиться с современными задачами горно-металлургической и горно-химической промышленности только зная весь путь от разведки полезного ископаемого до его переработки. Физико-химическая некомпетентность горных инженеров и геологов является причиной недостатков в развитии горной науки, техники и технологии, бедственного экологического положения горных предприятий.

Роль химии в подготовке инженеров непрерывно возрастает в связи с необходимостью решения задач по снижению уровня потерь полезных компонентов и увеличению комплексности использования руд, рациональному применению вскрышных пород, очистке и использованию шахтных вод и сточных вод обогатительных фабрик, защите от коррозии бурового и горнодобывающего оборудования, заблаговременной дегазации угольных месторождений, применению физико-химических методов упрочнения грунтов, геотехнологическим методам добычи полезных ископаемых.

В горном деле широко применяются химические материалы: химические растворы при бурении и тампонаже скважин, взрывчатые вещества при отбойке угля, руды и породы, химические добавки, препятствующие распылению угля и налипанию льда на конвейерную ленту, материалы для покрытия из пены, предохраняющей от промерзания участка разработки, компоненты для отвердевания закладочных смесей, огнетушащие составы, синтетические смолы для укрепления горных пород, реагенты для флотации и обогащения руд и большой ассортимент таких обычных химикатов как горючие и смазочные материалы, цемент, стекло, керамика, гидро-, термо- и электроизоляционные материалы, лаки, краски, пластмассы, резина.

Еще благодаря усилиям Д.И. Менделеева, химию, как одну из фундаментальных дисциплин, стали преподавать во всех высших школах России. Химия вместе с физикой и математикой составляет основу профессиональной подготовки специалистов высокой квалификации.

Будущие специалисты должны получить такой комплекс знаний по химии, который составит базу для успешного освоения последующих дисциплин и правильного использования материалов, применяемых в технике.

Теоретические разделы химии, такие как строение электронных оболочек атомов, основные виды химических связей, химическая кинетика и равновесие, окислительно-восстановительные потенциалы, водородный показатель, произведение растворимости, свойства комплексных соединений, позволяет правильно ориентироваться в вопросах, связанных непосредственно со свойствами и превращениями минералов и горных пород.

Горные породы и руды состоят из минералов. К минералам относят природные химические соединения. Неорганические минералы подразделяются на минеральные типы, названия которым присваиваются согласно классификации неорганических веществ и их номенклатуре. По химическому составу минералы подразделяют на:

- а) простые вещества (металлы, неметаллы),
- б) карбиды, нитриды, фосфиды, сульфиды, арсениды, селениды, оксиды, гидроксиды, галогениды и др.,
- в) соли кислородсодержащих кислот (силикаты, фосфаты, арсенаты, ванадаты, бораты, карбонаты, сульфаты, нитраты, вольфраматы, молибдаты, хроматы, иодаты и др.).

Основа химической номенклатуры - русские названия химических элементов, приведенные в периодической системе Д.И. Менделеева, которые не всегда совпадают с латинскими названиями, например, гидрогениум - водород, оксигениум - кислород.

К неметаллам относят:

He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn, F, Cl, Br, I, At, O, S, Se, Te, N, P, As, C, Si, B, H, остальные элементы - металлы.

Названия простых веществ состоят из одного слова - наименования химического элемента с числовой приставкой, например: O_3 - трикислород, P_4 - тетрафосфор, S_8 - октасера.

Используют также числовые приставки:

1 - моно	7 - гепта
2 - ди	8 - окта
3 - три	9 - нона
4 - тетра	10 - дека
5 - пента	11 - ундека
6 - гекса	12 - додека

В химических формулах сложных веществ на первом месте (слева) всегда записывают формульные обозначения электроположительных составляющих, а за ними указывают формульные обозначения электроотрицательных составляющих. Например, PCl_3 .

Названия сложных веществ составляются по их химическим формулам справа налево. Они складываются из двух слов - названий электроотрицательных составляющих (условных или реальных катионов) в именительном падеже и электроположительных составляющих (условных или реальных катионов) в родительном падеже, например: PCl_3 - трихлорид фосфора, CO - монооксид углерода.

Названия одноэлементных анионов оканчиваются на -ид, а названия многоэлементных анионов - на -ат.

Для построения названий сложных веществ используются корни (иногда усеченные) русских названий элементов, например, бериллий - бериллат, молибден - молибдат, фосфор - фосфид и фосфат. Традиционно применяются корни латинских названий для элементов: серебро, мышьяк, золото, углерод, медь, железо, ртуть, марганец, азот, никель, свинец, сера, сурьма, кремний, олово:

Ag - аргентат	N - нитрид, нитрат
As - арсид, арсенат	Ni - никелат
Au - аурат	Pb - плюмбат
C - карбид, карбонат	S - сульфид, сульфат
Cu - купрат	Sb - стибид (антимонид), стибат
Fe - феррат	Si - силицид, силикат
Hg - меркурат	Sn - станнат
Mn - манганат	

В названиях сложных веществ употребляются как числовые приставки, так и степени окисления катиона (обычно металлического) при точно известном заряде аниона, например, P_4O_{10} - декаоксид тетрафосфора, V_2O_5 - оксид ванадия (V), $\text{Bi}(\text{OH})_3$ - гидроксид висмута (III).

Названия кислот и кислотных остатков приводятся в учебном пособии [1]. Названия кислотных остатков используют при построении названий солей. Соли - продукты реакций нейтрализации. Соли, содержащие кислотные остатки с незамещенными атомами водорода, - к и с л ы е соли. Соли, содержащие гидроксид-ионы, называют о с н о в н ы м и солями.

$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ - дигидрофосфат кальция

KHSO_4 - гидросульфат калия

$\text{FeOH}(\text{NO}_3)_2$ - гидроксонитрат железа (III)

$(\text{CaOH})_2\text{SO}_4$ - гидроксосульфат кобальта (II)

$\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$ - дигидроксид-карбонат димеди

Если соли содержат два разных катиона, то их называют
д в о й н ы м и.

$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ - сульфат алюминия-калия

$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ - карбонат магния-кальция

ОБЩИЕ ПРАВИЛА РАБОТЫ В ХИМИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ

Прежде чем приступить к работе по данной теме, следует изучить ее по описанию, уяснить цель задания и план его выполнения.

Не загромождайте рабочее место портфелями, свертками, сумками, перчатками и т.п. Для них отведены специальные этажерки. На рабочем столе должны находиться только необходимые приборы и лабораторный журнал.

Работайте тщательно, аккуратно, без лишней торопливости, соблюдайте в лаборатории тишину.

Внимательно наблюдайте за ходом опыта, отмечая и записывая каждую его особенность.

Категорически запрещается в лаборатории принимать пищу, пробовать химические вещества на вкус.

Без указания преподавателя не проводите никаких дополнительных опытов.

После окончания работы вымойте использованную посуду, выключите воду, электрические приборы и приведите в порядок рабочее место.

ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ С ХИМИЧЕСКИМИ РЕАКТИВАМИ

Для выполнения работ в лаборатории имеется определенный набор химических реактивов, часть которых размещается на лабораторных столах (водные растворы солей), а остальные - концентрированные и разбавленные кислоты и щелочи, сухие соли, дурно пахнущие вещества - в вытяжных шкафах.

При использовании реактивов следует соблюдать следующие правила:

1. Не разрешается уносить реактивы из вытяжного шкафа на рабочее

место.

2. Сухие реактивы набирают чистым шпателем или ложечкой.
3. Для проведения опыта в пробирке брать сухое вещество в количестве, закрывающем дно пробирки, а раствора - не более $1/6$ ее объема.
4. Избыток реактива нельзя высыпать (выливать) обратно в те склянки, из которых они были взяты.
5. Не следует путать пробирки от разных склянок. Крышки и пробки кладут на стол поверхностью, не соприкасающейся с реактивом.
6. При нагревании растворов в пробирке держать ее таким образом, чтобы отверстие пробирки было направлено в сторону от работающего и его соседей по рабочему месту.
7. При разбавлении концентрированных кислот вливать кислоту в воду, а не наоборот.
8. Остатки растворов, содержащих кусочки металлов, собирают в специальные склянки, находящиеся в вытяжных шкафах.

ОКАЗАНИЕ ПЕРВОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ

При порезах стеклом удаляют осколки из раны, смазывают края раны раствором йода и перевязывают бинтом.

При ожоге горячей жидкостью или горячим предметом обожженное место обрабатывают раствором перманганата калия, накладывают мазь от ожога.

При ожогах кислотами сразу промывают обожженное место большим количеством воды, а затем 3%-ным раствором гидрокарбоната натрия.

При ожогах едкими щелочами хорошо и обильно промыть обожженное место проточной водой, затем разбавленным раствором уксусной кислоты и опять водой.

При попадании кислоты или щелочи в глаза немедленно промыть глаза в течение трех минут большим количеством воды, а затем раствором гидрокарбоната натрия или борной кислоты.

ОФОРМЛЕНИЕ ЛАБОРАТОРНОГО ЖУРНАЛА

Каждый студент должен иметь лабораторный журнал - отдельную тетрадь для записей.

В лабораторном журнале студент выполняет отчеты по лаборатор-

ным работам, домашние задания, решает задачи, отвечает на контрольные вопросы.

Все наблюдения и выводы по экспериментальной работе студент заносит в лабораторный журнал непосредственно после выполнения опыта.

Отчеты по выполненным лабораторным работам должны содержать:

- 1) название лабораторной работы,
- 2) названия всех проделанных опытов,
- 3) после названия опыта записывается уравнение проделанной реакции, в котором указываются осадки ($\downarrow$) и их окраска, газы ($\uparrow$), изменения окраски растворов,
- 4) задания, указанные в методическом руководстве,
- 5) выводы по каждому опыту и общий вывод по работе.

1. ПЕРИОДИЧНОСТЬ ИЗМЕНЕНИЯ СВОЙСТВ ОКСИДОВ И ГИДРОКСИДОВ

Цель работы - изучение изменения кислотно-основных свойств гидроксидов в периодах и группах периодической системы Д.И. Менделеева.

Периодическая система Д.И. Менделеева - естественная система химических элементов, созданная на основе периодического закона.

Положение элемента в периодической системе определяет физико-химические свойства соответствующих им простых веществ и химических соединений.

Периодичность свойств химических соединений удобно проследить на примере оксидов и гидроксидов. Оксиды и гидроксиды относятся к основным пороодообразующим минералам, они широко распространены и составляют 17% от массы земной коры.

В табл.1.1. приведены наиболее часто встречающиеся реакции взаимодействия оксидов и гидроксидов с водой.

Кислотно-основные свойства соединений можно объяснить на основе электростатических представлений. Ослабление основных и усиление кислотных свойств гидроксидов связано с изменением поляризующего действия элемента, образующего гидроксид, на группу OH^- . Поляризующее действие катиона сильно зависит от его строения и может быть охарактеризовано следующими закономерностями:

- 1) Поляризующее действие иона очень быстро возрастает с увеличением его заряда;

Таблица 1.1

Кислотно-основные реакции оксидов и гидроксидов

Тип оксида (гидроксида)	Типичная реакция
Сильно - кислый	$\text{SO}_3(\text{г}) + \text{H}_2\text{O} = \text{SO}_4^{2-}(\text{р}) + 2\text{H}^+(\text{р})$
Слабо - кислый	$\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^-(\text{р}) + \text{H}^+(\text{р})$
Амфотерный	$\text{Zn}(\text{OH})_2(\text{к}) \Rightarrow \begin{cases} \xrightarrow{\text{H}^+(\text{р})} \text{Zn}^{2+}(\text{р}) + \text{H}_2\text{O} \\ \xrightarrow{\text{OH}^-(\text{р})} [\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}(\text{р}) \end{cases}$
Слабо - основной	$\text{Fe}(\text{OH})_2(\text{к}) \rightleftharpoons \text{FeOH}^+(\text{р}) + \text{OH}^-(\text{р})$
Сильно - основной	$\text{Li}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{Li}^+(\text{р}) + 2\text{OH}^-(\text{р})$

2) большое значение имеет строение внешней электронной оболочки, по этому признаку катионы разделяются на ионы с незаконченным внешним слоем, переходным от 8-электронного и 18-электронному (Mg^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+}) и ионы с 18-электронным внешним слоем (Zn^{2+} , Ag^+);

3) при сходном строении внешней электронной оболочки и равном заряде поляризующее действие иона возрастает по мере уменьшения его радиуса.

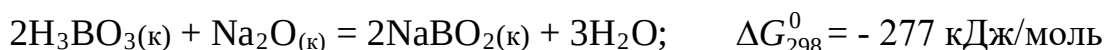
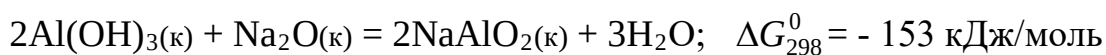
Итак, ослабление основных и усиление кислотных свойств гидроокисей связано с увеличением поляризующего действия катиона, т.е. с убыванием его радиуса и возрастанием положительной степени окисления, а также с увеличением числа внешних электронов. Например, если катион имеет малый заряд сравнительно большой радиус, его электростатическое притяжение к группе OH^- невелико и OH^- выступает в гидроксиде как единое целое. Поэтому типичными основаниями являются гидроксиды элементов, находящихся в главных подгруппах I и II групп периодической системы (KOH , NaOH), а также NH_4OH .

По мере увеличения поляризующего действия катиона возрастает ковалентность связей элемент-кислород и усиливается ионный характер связей $\text{O} - \text{H}$. Основные свойства гидроксидов ослабляются и появляются кислотные свойства. Из элементов II группы бериллий и цинк дают амфо-

дают атмосферные гидроксиды, в (III) группе амфотерны гидроксиды алюминия, галлия, индия. Амфотерность характерна для большинства элементов четвертой группы периодической системы.

Когда катион имеет большой положительный заряд и малый радиус (что типично для неметаллов), усиление его поляризующего действия приводит к тому, что водород становится подвижным и преобладает диссоциация по кислотному типу. Среди элементов третьей группы гидроксид бора - типичная кислота. В четвертой группе кислотами являются гидроксиды углерода и кремния, однако, эти кислоты еще очень слабые. Гидроксиды многих элементов с максимальной степенью окисления пятой, шестой, седьмой групп - сильные кислоты.

Способность веществ к взаимодействию определяется изменением изобарно-изотермического потенциала (ΔG) химической реакции. Чем меньше алгебраическая величина энергии Гиббса химического процесса, тем больше вероятность ее протекания в данном направлении.



Увеличение отрицательного значения ΔG_{298}^0 свидетельствует об усилении кислотных свойств гидроксида бора H_3BO_3 .

1.1. Экспериментальная часть

ОПЫТ 1. Гидроксиды магния и кальция

Поместите в пробирку небольшое количество оксида магния или кальция и прибавьте 5 мл воды. Взболтайте содержимое пробирки и испытайте реакцию среды 1-2 каплями фенолфталеина. Составьте уравнение реакции взаимодействия оксида с водой. Сделайте вывод о характере гидроксида.

ОПЫТ 2. Получение и свойства гидроксида алюминия

В пробирку налейте 2 мл раствора соли алюминия и прибавьте примерно такой же объем раствора гидроксида аммония. Содержимое пробирки распределите в две пробирки. В одну из пробирок при взбалтывании прилейте по каплям разбавленный раствор серной кислоты до полного рас-

творения осадка. Во вторую пробирку прилейте разбавленный раствор гидроксида натрия также до полного растворения осадка. Составить уравнение реакций. Сделайте вывод о характере гидроксида алюминия.

ОПЫТ 3. Двуокись углерода

Налейте в пробирку несколько мл воды и прибавьте 1-2 капли индикатора. Пропустите из аппарата Киппа в воду двуокись углерода до изменения окраски индикатора. Составьте уравнение реакции. Сделайте вывод о характере гидроксида.

ОПЫТ 4. Гидроксид кремния

В пробирку поместите раствор силиката натрия и пропустите через него углекислый газ из аппарата Киппа, при этом наблюдайте образование осадка гидроксида кремния. Напишите уравнение реакции. Сделайте вывод о кислотно-основном характере гидроксида кремния.

ОПЫТ 5. Оксид фосфора (V)

В пробирку поместите немного фосфорного ангидрида и добавьте несколько мл воды. Наблюдайте растворение, встряхивая пробирку. Испытайте реакцию среды индикаторами. Составьте уравнение реакции. Сделайте вывод о характере гидроксида.

ОПЫТ 6. Гидроксиды олова (II) и свинца (II)

а) Налейте в пробирку 2 мл раствора хлорида олова. Добавьте по каплям разбавленный раствор щелочи до образования осадка. Содержимое пробирки разделите на две части. Подействовать на одну концентрированным раствором щелочи, а на другую - соляной кислотой. Составьте уравнения реакций. Сделайте вывод о характере гидроксида олова.

б) Такой же опыт проделать с раствором соли азотнокислого свинца. На полученный гидроксид свинца подействовать азотной кислотой и щелочью. Почему для растворения гидроокиси свинца нельзя воспользоваться соляной или серной кислотами? Составьте уравнения реакций. Сделайте вывод о характере гидроксида свинца.

1.2. Контрольные вопросы и задания

1. Сравнив результаты опытов, сделайте вывод, как изменяется характер гидроксидов элементов: Mg, Al, Si, P в третьем периоде слева

направо. Чем объясняется это изменение характера гидроксидов? Как оно связано с изменением металлических свойств элементов?

2. По результатам опытов сделайте вывод об изменении кислотно-основных свойств гидроксидов элементов: C, Si, Sn, Pb в главных подгруппах сверху вниз. Как увязать такое изменение характера гидроксидов с возрастанием порядкового номера элемента и изменением металлических свойств элементов?

3. Запишите кислородные соединения марганца со степенями окисления II, IV, VI, VII и покажите, как с увеличением степени окисления изменяется характер оксидов и соответствующих им гидроксидов.

4. Укажите, какая из сравниваемых двух кислот H_2SO_3 или H_2SO_4 является более сильной и как объяснить такое явление.

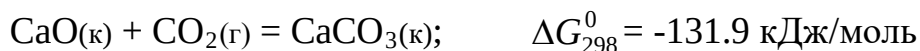
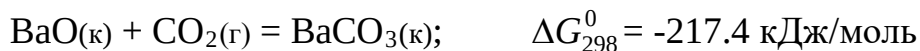
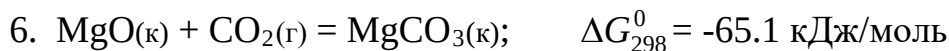
5. Какой из галогенов имеет наибольшее сродство к натрию, если энергия Гиббса для галогенидов натрия имеет следующую величину (кДж/моль):

$$\Delta G_{298}^0 \text{NaJ} = -237.2,$$

$$\Delta G_{298}^0 \text{NaBr} = -347.7,$$

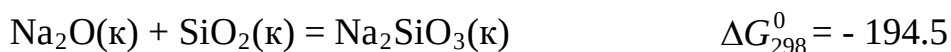
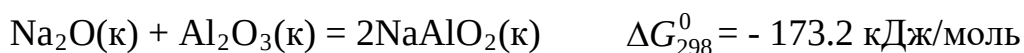
$$\Delta G_{298}^0 \text{NaCl} = -384.0,$$

$$\Delta G_{298}^0 \text{NaF} = -541.0.$$

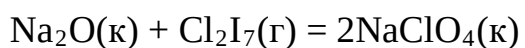


Как изменяются кислотно-основные свойства оксидов (расположите их в ряд) и как это согласуется со значением ΔG_{298}^0 образования рассматриваемых карбонатов из оксидов?

7. Как изменяется сила кислот в ряду $\text{H}_2\text{SO}_4 - \text{H}_2\text{SeO}_4 - \text{H}_2\text{TeO}_4$?



кДж/моль



$$\Delta G_{298}^0 = -587.0$$

кДж/моль

Как изменяются кислотно-основные свойства оксидов (расположите их в ряд) и как это согласуется со значениями ΔG_{298}^0 образования рассматриваемых солей из оксидов?

9. Укажите, какое из рассматриваемых двух соединений является более сильным основанием: а) гидроксид натрия или гидроксид цезия; б) гидроксид бария или гидроксид кальция? Объясните это изменение характера гидроксидов, исходя из расположения элементов в таблице Д.И. Менделеева.

2. ХИМИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА

Ц е л ь р а б о т ы - изучение скорости химической реакции и ее зависимости от концентрации и температуры.

Раздел химии, изучающей скорость химических реакций, называется химической кинетикой.

Скорость химической реакции - это изменение концентрации реагирующих веществ в единицу времени. Зависимость скорости химической реакции выражается законом действующих масс: при постоянной температуре скорость химической реакции прямо пропорциональна произведению концентраций реагирующих веществ, взятых в степенях, равных стехиометрическим коэффициентам в уравнении реакции.

Для реакции $aA + bB = cC + dD$ скорость выразится уравнением:

$$v = k \cdot [A]^a \cdot [B]^b \quad (\text{для гомогенной системы}),$$

где v - скорость реакции;

$[A]$, $[B]$ - молярные концентрации реагирующих веществ;

k - константа скорости реакции

(при $[A] = [B] = 1$ моль/л, k численно равна v).

Для реакции $2\text{NO}(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) = 2\text{NO}_2(\text{г})$ выражение скорости имеет следующий вид:

$$v = k \cdot [\text{NO}]^2 \cdot [\text{O}_2].$$

Гомогенная система состоит из одной фазы - между реагентами нет поверхности раздела. Гетерогенная система состоит из двух и более фаз. Реакция в гетерогенной системе осуществляется на поверхности раздела

фаз. Скорость гетерогенной реакции не зависит от площади поверхности раздела фаз, так же как скорость гомогенной реакции не зависит от объема системы.

Концентрация твердого вещества принимается за единицу.

Зависимость скорости химической реакции от температуры описывается экспериментально найденным уравнением Вант-Гоффа:

$$v_{t_2} = v_{t_1} \cdot \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}},$$

где v_{t_1} , v_{t_2} - скорость реакции при температурах соответственно t_1 и t_2 ;

γ - температурный коэффициент скорости реакции,
равный обычно 2-4.

Эта зависимость может быть выражена в виде следующего правила: при увеличении температуры на каждые 10° скорость химической реакции увеличивается в 2-4 раза.

Зависимость скорости реакции от температуры более точно может быть выражена уравнением Аррениуса:

$$k = c \cdot e^{-\frac{E_{\text{акт}}}{RT}},$$

где k - константа скорости реакции;

c - постоянная;

$E_{\text{акт}}$ - энергия активации;

R - универсальная газовая постоянная (8.31 Дж/моль · К);

T - абсолютная температура.

Из уравнения Аррениуса следует, что скорость реакции с повышением температуры увеличивается по закону экспоненты, однако интенсивность теплоотвода в конкретных условиях реакции может возрасти только линейно. В этом случае возможен скачкообразный переход от стационарного режима к нестационарному, быстрое ускорение - самовоспламенение, или цепной взрыв. По такому механизму происходят взрывы метана и угольной пыли в шахтах. Например, при повышении концентрации метана на несколько процентов достигается нижний предел взрываемости метана в воздухе, в тысячи раз ускоряется реакция окисления метана кислородом

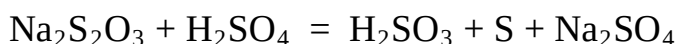
воздуха $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + Q$. Концентрационные пределы взрываемости метана в воздухе от 5 до 15% по объему.

Одним из направлений в решении проблемы предупреждения взрывов метана и угольной пыли в шахтах, опасных по газу и пыли, является применение способов взрывозащиты, основанных на использовании распыленной воды или специальных химических соединений, которые играют роль отрицательных катализаторов (ингибиторов), теплопоглотителей в реакциях окисления углеводородов. Такие вещества носят общее название флегматизаторов горения. Этим свойством обладают гидрокарбонаты натрия и калия, гидрофосфаты аммония, бура и др.

2.1. Экспериментальная часть.

ОПЫТ 1. Зависимость скорости химической реакции от концентрации реагирующих веществ.

Соли тиосерной кислоты устойчивы в твердом состоянии и в растворе. Тиосерная кислота неустойчива и при получении распадается самопроизвольно по реакции



с образованием сернистой кислоты и свободной серы.

Постановка опыта основывается на следующем: в результате реакции между серной кислотой и тиосульфатом натрия образуется сера, выделяющаяся в виде белой мути. Время от начала реакции до момента появления мути зависит от скорости этой реакции.

В три пробирки налить по 6 мл раствора серной кислоты.

В первую пробирку влить 6 мл раствора $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, быстро перемешать ее содержимое и одновременно включить секундомер.

Отсчитать время (τ) до начала появления белой мути - коллоидной серы.

Во вторую пробирку влить смесь 4 мл раствора тиосульфата натрия и 2 мл воды. Наблюдать, через сколько секунд растворы сделаются мутными.

Результаты наблюдений записать по следующей форме, выразив значения скоростей реакций в условных единицах (десятичных дробях!) в виде $v = 1/\tau$, где τ - время в секундах.

Относительная концентрация раствора тиосульфата натрия записана в условных единицах $C_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} = v_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} / V_{\text{раствора}}$, где $V_{\text{раствора}}$ - общий объем раствора 12 мл. Тогда для первого случая $C_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}$ 50%, для второго - 33% и третьего - 17%, что соответствует значениям 3а, 2в, а.

№ опы-та	Объем в мл			Относит. концентр. $C_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}$	Время до появления мути, τ	$v = \frac{1}{\tau}$
	раствора H_2SO_4	раствора $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	H_2O			
1	6	6	0	3а		
2	6	4	2	2а		
3	6	2	4	а		

Результаты измерений необходимо представить в виде графика. На ось абсцисс наносят значения относительных концентраций в виде трех точек, отстоящих от начала координат на а, 2а, 3а, где а - произвольно выбранный отрезок. Из каждой точки восстанавливается перпендикуляр, длина которого соответствует значениям скоростей реакции в условных единицах. Далее следует обдумать, каким образом, пользуясь верхними концами этих перпендикуляров, провести линию, характеризующую зависимость скорости реакции от концентрации. Подсказкой будет служить математическое выражение для скорости изучаемой реакции, которое нужно записать согласно закону действия масс.

Сделать вывод о зависимости скорости реакции от концентрации реагирующих веществ.

ОПЫТ 2. Зависимость скорости реакции от температуры опыта

Налить в одну пробирку 5 мл раствора $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, а другую - 5 мл раствора H_2SO_4 . Обе пробирки поместить в стакан с водопроводной водой. Спустя 5-7 минут измерить температуру воды и слить вместе содержимое обеих пробирок. Измерить время появления помутнения.

В две другие пробирки налить по 5 мл тех же растворов. Поместить пробирки в стакан с водой, нагретой на 10° выше, чем в предыдущем

опыте. Через 5-7 минут слить содержимое пробирок. Измерить время до появления мути.

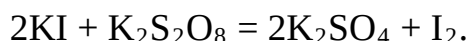
Повторить опыт, повысив температуру еще на 10°.

Результаты наблюдений выразить в виде графика, откладывая по оси абсцисс температуру опыта, по оси ординат - относительную скорость реакции.

Сделать вывод о зависимости скорости реакции от температуры.

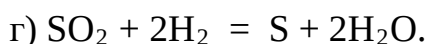
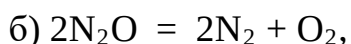
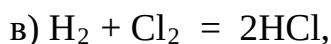
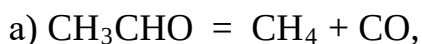
2.2. Контрольные вопросы и задания.

1. Реакция в водном растворе выражается уравнением:



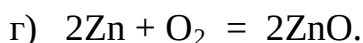
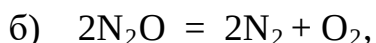
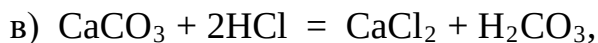
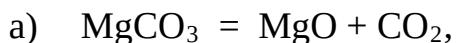
Как изменится скорость этой реакции при разбавлении реагирующей смеси в 2 раза?

2. Записать математические выражения для скорости следующих газовых реакций



Предсказать изменение скорости этих реакций при увеличении концентрации каждого из реагирующих веществ в 2 раза.

3. Записать выражения для скорости реакций



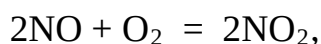
Как изменится скорость вышеуказанных реакций, если:

а) увеличить концентрацию исходных веществ в 2 раза;

б) увеличить давление в 2 раза.

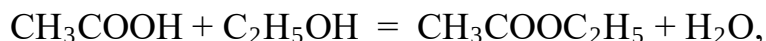
4. Срок хранения флотационного реагента, поступившего на обогательную фабрику, согласно техническим условиям составляет при температуре 20°C 2 месяца. Воспользовавшись правилом Вант-Гоффа, рассчитать срок годности этого флотореагента, если на складе фабрики поддерживается 0°C, а температурный коэффициент скорости разложения равен 2.

5. Во сколько раз изменится скорость реакции



если концентрация оксида азота уменьшится в 2 раза, а концентрация кислорода увеличивается в 2 раза?

6. Реакция протекает по уравнению



концентрацию CH_3COOH увеличили от 0.3 до 0.45 моль/л, а концентрацию $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ увеличили от 0.4 до 0.8 моль/л. Во сколько раз возросла скорость прямой реакции?

7. Кальцинированная сода (безводная Na_2CO_3) используется в виде раствора в качестве регулятора щелочности флотационного процесса. При температуре 55°C сода растворяется в 6 раз быстрее, чем при 15° . Рассчитать температурный коэффициент скорости растворения соды.

8. Для приготовления раствора силиката натрия требуемой плотности, использующегося в качестве подавителя пустой породы, твердые прозрачные куски силикат-глыбы Na_2SiO_3 загружают в воду: нагревают до 95° и ведут перемешивание в течение четырех часов. Какой срок потребуется для получения раствора необходимой концентрации, если поддерживать температуру 90° ($\gamma = 2$)?

3. ХИМИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ

Ц е л ь р а б о т ы - Изучение влияния концентрации на сдвиг химического равновесия.

Многие реакции идут не до исчезновения исходных веществ, а до состояния, не изменяющегося во времени, когда в реакционной смеси можно обнаружить как исходные вещества, так и продукты реакции. Такое состояние системы называется химическим равновесием.

С термодинамической точки зрения состояние равновесия характеризуется тем, что система достигает минимального значения энергии Гиббса (при заданных температуре, давлении и общем составе).

С кинетической точки зрения при равновесии скорости процессов образования продуктов реакции из исходных веществ и исходных веществ из продуктов выравниваются. Скорость достижения равновесия в зависимости от природы процесса, условий, а также наличия подходящих катализаторов может варьировать от малых долей секунды до веков и тысячелетий.

Если равновесие достигнуто, то для реакции

$$aA + bB \rightleftharpoons cC + dD \quad \text{величина} \quad K_p = \frac{[C]^c \cdot [D]^d}{[A]^a \cdot [B]^b},$$

называемая константой равновесия, принимает определенное значение. Константа равновесия зависит от температуры, но не зависит от конкретных количеств реагентов и порядка их взаимодействия.

Изменение равновесных концентраций при внешнем воздействии называется **с м е щ е н и е м х и м и ч е с к о г о р а в н о в е с и я**.

Основным законом, управляющим смещением равновесия, служит принцип Ле-Шателье: «Если на систему, находящуюся в равновесии, оказывается внешнее воздействие, то равновесие смещается в сторону, указываемую воздействием, до тех пор, пока нарастающее в системе противодействие не станет равно оказанному воздействию».

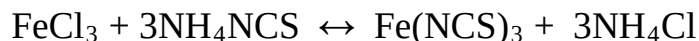
Внешним воздействием, смещающим равновесие, может быть изменение температуры, давления, концентрации одного или нескольких веществ, участвующих в реакции. «Смещение равновесия в сторону, указанную воздействием» означает, что при повышении давления преимущество получает процесс, ведущий к уменьшению объема, т.е. к тому же результату, что и само воздействие. Нагревание ведет к увеличению роли эндотермического процесса, т.е. процесса, увеличивающего запас энергии в системе (эндотермические реакции идут с поглощением тепла, а экзотермические - с его выделением).

Увеличение концентрации одного из веществ приводит к смещению равновесия в сторону расходования этого вещества.

3.1. Экспериментальная часть

ОПЫТ 1. Влияние концентрации веществ на смещение химического равновесия.

Реакция между хлоридом железа и тиоцианатом аммония протекает по уравнению:



Красная окраска образовавшегося раствора обусловлена содержанием в нем тиоционата (роданида) железа. По изменению интенсивности этой окраски можно судить о направлении смещения равновесия при изменении концентрации какого-либо реагирующего вещества.

В одной пробирке приготовить смесь (по 4 мл) разбавленных растворов FeCl_3 и NH_4NCS . Полученный окрашенный раствор разлить поровну в 4 пробирки.

В первую пробирку добавить 2 капли насыщенного раствора FeCl_3 . Во вторую пробирку добавить несколько кристалликов NH_4NCS (или KNCS). В третью пробирку всыпать немного твердой соли NH_4Cl (или KCl). Четвертую пробирку оставить для сравнения.

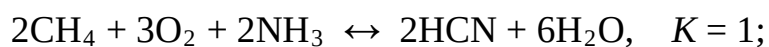
Записать уравнение химической реакции и выражение для константы равновесия. Сделать выводы о влиянии концентрации веществ на смещение химического равновесия с использованием принципа Ле-Шателье.

Форма записи

Что добавлено	Изменение интенсивности окраски	Смещение равновесия
1. FeCl_3	более интенсивная	вправо
2. NH_4NCS		
3. NH_4Cl		

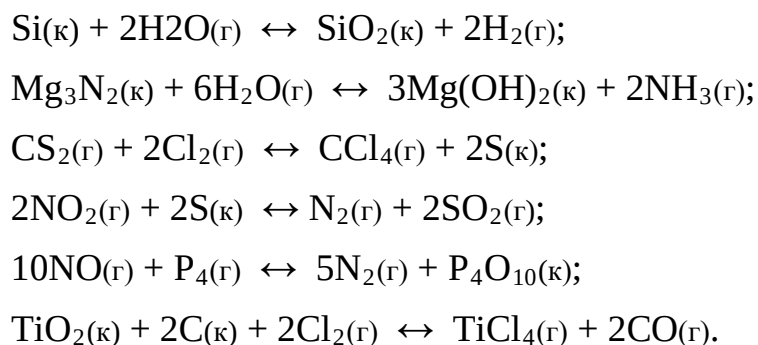
3.2. Контрольные вопросы и задания

1. К гомогенных химических системах при постоянных давлении и температуре установилось состояние равновесия:



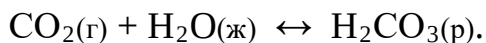
По данным значениям констант равновесия укажите, реагенты или продукты будут преобладать в равновесной смеси веществ. На основании закона действующих масс составьте выражения для констант равновесия.

2. В гетерогенных химических системах установилось состояние равновесия:

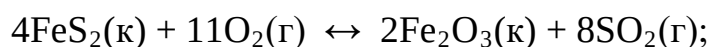


На основании закона действующих масс составьте выражения для констант равновесия.

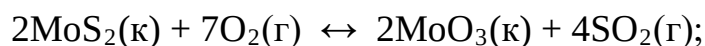
3. За последние 100 лет количество углекислого газа, поступающее за счет сжигания ископаемого топлива, возросло в 50 раз, а парциальное давление CO_2 в атмосфере за это же время увеличилось в 1.2 раза. Объясните это соотношение, допустив, что CO_2 поглощается океаном:



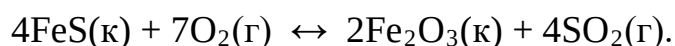
4. Рассчитать равновесный выход диоксида серы в реакциях окислительного обжига сульфидных минералов - пирита, молебденита, пирротина, если в состоянии равновесия количество SO_2 равно 0.4 моль, а начальный объем O_2 составлял 33.6 л (н.у.):



пирит



молибденит



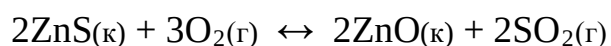
пирротин

5. Равновесный процесс, протекающий в подземных пещерах при образовании сталактитов и сталагмитов, можно описать уравнением



Напишите выражение для константы равновесия этого процесса. Укажите, в какую сторону сдвигается равновесие а) при улетучивании CO_2 , б) испарении воды, в) увлажнении атмосферы в пещерах.

6. Состояние равновесия реакции окисления сфалерита



Электрoлитaми называют вещества, диссоциирующие в растворах (или расплавах) на ионы и способные проводить электрический ток. Распад вещества на ионы называется электролитической диссоциацией. Перенос тока в растворах (и расплавах) электролитов осуществляется положительными и отрицательными ионами, которые называются катионами и анионами. К электролитам относятся соли, кислоты и основания.

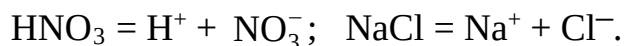
Для количественной характеристики электролитической диссоциации используется степень диссоциации α - доля моля электролита, существующая в растворе в виде ионов:

$$\alpha = C/C_0,$$

где C - концентрация молекул, распавшихся на ионы, моль/л;

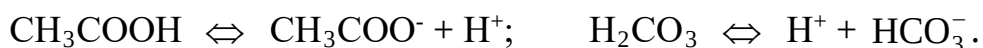
C_0 - исходная концентрация раствора, моль/л.

По величине степени диссоциации все электролиты делятся на сильные и слабые. К сильным относятся те электролиты, α - степень диссоциации которых равна единице, т.е. $C = C_0$. Распад на ионы сильных электролитов протекает необратимо. В растворе сильного электролита не может быть недиссоциированных молекул.



К сильным электролитам относятся практически все соли, гидроксиды щелочных и щелочно-земельных металлов и некоторые кислоты (например, HCl , HNO_3 , H_2SO_4 , HBr , HI , HClO_4)

Степень диссоциации слабых электролитов меньше единицы ($C < C_0$). Их ионизация протекает обратимо:



Константу равновесия электролитической диссоциации слабого электролита называют константой диссоциации. Например, при 298 К

$$K_{\text{CH}_3\text{COOH}} = \frac{C_{\text{CH}_3\text{COO}^-} \cdot C_{\text{H}^+}}{C_{\text{CH}_3\text{COOH}}} = 1.8 \cdot 10^{-5}.$$

$$K_{\text{H}_2\text{CO}_3} = \frac{C_{\text{H}^+} \cdot C_{\text{HCO}_3^-}}{C_{\text{H}_2\text{CO}_3}} = 4.4 \cdot 10^{-7}.$$

Из величин констант видно, что угольная кислота по первой ступени электролит более слабый, чем уксусная кислота.

Степень и константа ионизации слабого электролита связаны зависимостью (закон Оствальда):

$$K = \frac{\alpha^2 \cdot C_0}{1 - \alpha}.$$

Если степень ионизации электролита значительно меньше единицы, то уравнение можно записать $K = \alpha^2 \cdot C_0$, откуда следует, что α возрастает с разведением раствора.

В чистой воде кроме молекул H_2O содержатся протоны и гидроксид-ионы, при этом

$$[H^+] = [OH^-] = 1 \cdot 10^{-7} \text{ моль/л (25}^\circ \text{C)}.$$

Содержание протонов и гидроксид-ионов выражают также через водородный показатель $pH = 1g [H^+]$. При $pH = 7$ среду водного раствора называют нейтральной, при $pH < 7$ - кислотной и при $pH > 7$ - щелочной.

Каковы пределы значений pH в природе? Рудничные воды выветривающихся колчеданных месторождений, содержащие свободную серную кислоту, имеют pH около 2, а воды окисляющихся месторождений самородной серы в песчаниках - еще ниже. Воды кратерных озер имеют pH 1-3, торфяных болот около 4, буроугольных месторождений около 5, pH дождевой воды примерно 5.5. Обычные грунтовые воды имеют pH 6.5 - 8.5, морская вода (в зависимости от времени года, ее температуры, количества растворенной в ней углекислоты, органических кислот, привнесенных реками) колеблется от 8.2 до 8.5. В содовых озерах pH достигает 9-10.

4.1. Экспериментальная часть

ОПЫТ 1. Сравнение относительной силы кислот

В одну пробирку наливают 1-2 мл 2М раствора уксусной кислоты, в другую - столько же раствора соляной кислоты той же концентрации. В обе пробирки добавляют небольшое количество мелко измельченного известняка. Взбалтывая пробирки с содержимым, наблюдать, одинаково ли быстро растворяется $CaCO_3$ во взятых кислотах.



Интенсивность выделения CO_2 при этой реакции служит относительным индикатором концентрации водородных ионов. Рассчитайте, во

сколько раз концентрация протонов в растворе HCl больше, чем в растворе CH_3COOH , если $K_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 1.8 \cdot 10^{-5}$.

Напишите уравнения диссоциации обеих кислот.

ОПЫТ 2. Влияние концентрации одноименных ионов на ионизацию слабой кислоты.

К 1-2 мл 2М раствора уксусной кислоты в двух пробирках прибавьте 2 капли метилоранжа. Отметьте окраску индикатора. Добавьте при перемешивании в одну пробирку несколько кристалликов ацетата аммония до изменения цвета раствора. Как изменился рН раствора? Объясните изменение рН, применяя правило Ле Шателье и используя выражение константы диссоциации CH_3COOH

ОПЫТ 3. Влияние концентрации одноименных ионов на ионизацию слабого основания.

В две пробирки наливают по 1-2 мл 2М раствора гидроксида аммония и по 2 капли фенолфталеина. В одну из пробирок добавляют при перемешивании несколько кристалликов ацетата аммония до изменения цвета раствора. Объясните причину наблюдаемого изменения окраски на основании уравнения диссоциации NH_4OH , принципа Ле Шателье и константы диссоциации NH_4OH .

ОПЫТ 4. Определение характера диссоциации гидроксидов

В три пробирки наливают по 2-3 мл растворов: в 1-ю - силиката натрия, во 2-ю - сульфата никеля, в 3-ю - сульфата цинка. До начала выпадения осадков гидроксидов добавляют по каплям в 1-ю - раствор серной кислоты, а во 2-ю - раствор гидроксида натрия.

Содержимое каждой пробирки взбалтывают и разливают каждый осадок гидроксидов на две пробирки. В одну пробирку добавляют разбавленной кислоты, а в другую концентрированной щелочи. На основании наблюдений за растворением осадков кремниевой кислоты, гидроксида никеля и гидроксида цинка в кислоте и щелочи сделайте вывод о кислотно-основном характере электролитической диссоциации этих гидроксидов.

Напишите уравнения диссоциации гидроксидов.

4.2. Контрольные вопросы и задания

1. Присутствие каких ионов можно ожидать в водном растворе сернистой кислоты H_2SO_3 ? Запишите выражения для констант диссоциаций этой кислоты.

2. Почему константа электролитической диссоциации служит более удобной характеристикой, чем степень диссоциации?

3. Объясните, почему соли являются сильными электролитами. На примере NaHCO_3 укажите характер химических связей, по которым электролитическая диссоциация протекает в водном растворе: а) практически полностью; б) частично; в) отсутствует.

4. Укажите, корректно ли сопоставлять такие свойства, как растворимость вещества и способность его к электролитической диссоциации.

5. В практике флотации используются процессы с низкими и высокими значениями pH флотационной пульпы. Можно ли приготовить растворы с pH 0, -1, -2, 14, 15, 16?

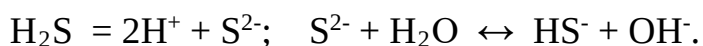
6. Вычислите концентрацию ионов водорода в 1М (9.45 %-ном) растворе серной кислоты, pH которого - 0.005. Объясните полученный результат.

7. В Первоуральске выпал кислотный дождь, водородный показатель которого равен 2.5. Во сколько раз превышена концентрация иона водорода, если обычная дождевая вода имеет pH = 5.5?

8. Шахтные воды Кизеловского бассейна содержат 0.01 г/л ионов водорода. Рассчитайте водородный показатель этих вод, концентрацию OH^- ионов. Укажите, кислотный или щелочной характер имеют эти воды.

9. Во сколько раз уменьшится концентрация ионов водорода, если к 1 литру раствора уксусной кислоты с концентрацией 0.005 моль/л прибавить 0.05 моль ацетата натрия, считая, что концентрация недиссоциированных молекул уксусной кислоты, как и объем раствора остаются практически постоянными? $K_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 1.8 \cdot 10^{-5}$.

10. Для оценки pH раствора сероводорода студент записал следующие уравнения:



Таким образом, студент сделал вывод, что среда щелочная. Найдите ошибки в его рассуждениях.

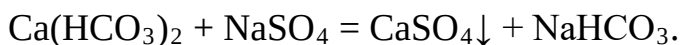
5. РЕАКЦИИ ИОННОГО ОБМЕНА

Ц е л ь р а б о т ы - выявление закономерностей протекания реакций ионного обмена в растворах электролитов.

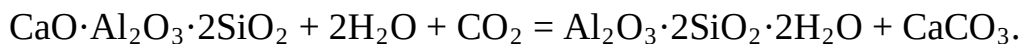
Минералы и горные породы в условиях земной поверхности стремятся перейти в более устойчивые соединения. Известняки медленно растворяются в водах, содержащих уголекислоту, образуя гидрокарбонат кальция. Грунтовые воды, содержащие $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, реагируют с сульфатно-хлоридно-магниевыми (морскими) водами. При этом осаждаются гипс и доломит:



Так озера морского типа превращаются в озера континентального типа. Сульфатно-натриевые воды - результат выщелачивания горных пород, могут образовывать содовые озера.



Изверженные горные породы выветриваются, в полевых шпатах содержание алюминия увеличивается от ранних пород к поздним. При этом из них выносятся катионы щелочноземельных металлов. Например, из анорита образуется каолинит



В результате воздействия растворов, содержащих в повышенных концентрациях ионы Mg^{2+} и SO_4^{2-} , происходит доломитизация известняков



Если химическая реакция протекает, то она отличается следующими признаками:

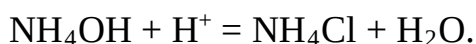
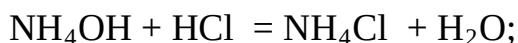
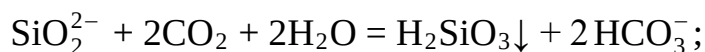
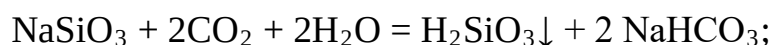
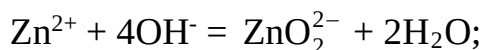
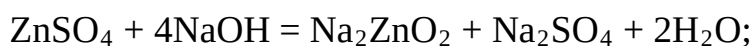
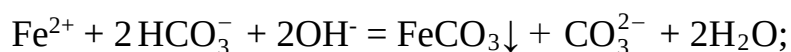
происходит образование осадка, или растворение осадка, или изменяется цвет осадка или раствора, или появляются пузырьки газа.

Сущность ионных реакций обмена сводится к соединению ионов в молекулы новых веществ. Равновесия ионных реакций в растворах смещаются в сторону образования слабых электролитов (слабых кислот, слабых оснований, воды) и сильных электролитов (осадков, летучих веществ).

Все кислые соли в воде растворяются, основные соли, как правило, нерастворимы.

В ионных уравнениях сильные, хорошо растворимые электролиты записываются в форме ионов, а слабые электролиты, газы и осадки - в виде молекул.

Рассмотрим следующие примеры реакций. Запишем их сначала в молекулярной форме, а затем в виде кратких ионных уравнений.



5.1. Экспериментальная часть

ОПЫТ 1. Образование осадков

а) В две пробирки наливают по 2 мл раствора хлорида бария и добавляют в одну пробирку сульфата натрия, а в другую - нитрата калия. Написать молекулярное и ионное уравнения и сделать вывод, в каком случае соль реагирует с другой солью;

б) В две пробирки наливают по 2 мл раствора сульфата меди. В одну пробирку добавляют 1 мл очень разбавленный (1%-ный) раствор гидроксида натрия, а в другую - столько же разбавленного раствора той же щелочи. Написать молекулярные и ионные уравнения, указав окраску образующихся осадков и учитывая, что в первом случае образуется основной сульфат меди $(\text{CuOH})_2\text{SO}_4$. Сделайте вывод об условиях образования основной соли и гидроксида. Осадки сохранить для выполнения опыта 2б;

в) В две пробирки наливают по 2 мл раствора хлорида кобальта. В одну пробирку добавляют разбавленного раствора щелочи до образования синего осадка основной соли. Во вторую пробирку приливают еще столько же щелочи и нагревают с целью получения гидроксида кобальта розово-

го цвета. Содержимое пробирок оставляют для проведения опыта 2в. Написать молекулярное и ионные уравнения, указав цвет осадков.

ОПЫТ 2. Растворение осадков.

а) Наливают в пробирку известковую воду $\text{Ca}(\text{OH})_2$, через этот раствор пропускают углекислый газ из аппарата Киппа. Наблюдают образование белого осадка средней соли, продолжают пропускать пузырьки CO_2 до растворения белого осадка и получения бесцветного прозрачного раствора кислой соли $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$. Написать молекулярные и ионные уравнения образования карбоната кальция и растворения его. Сделать вывод об условии получения кислой соли.

б) В обе пробирки опыта 1б добавляют серной кислоты до растворения осадков. Написать молекулярные и ионные уравнения реакции растворения. Объяснить причину сдвига ионного равновесия;

в) Берут пробирки с осадками опыта 1в. В пробирку с синим осадком добавляют хлороводородной кислоты, в пробирку с розовым осадком - разбавленной щелочи. Напишите молекулярные и ионные уравнения. Наблюдать растворение одного из осадков. Дать объяснения наблюдениям.

О П Ы Т 3. Образование газообразного вещества

Все сульфиты, растворимые и нерастворимые в воде, разлагаются минеральными кислотами с выделением диоксида серы, который определяют как запах горящей серы.

К раствору сульфита натрия приливают разбавленной серной кислоты. Обнаруживают запах SO_2 , стараясь запомнить его. Это позволит впредь распознавать диоксид серы органолептически.

Написать молекулярное и ионное уравнение реакции.

О П Ы Т 4. Образование слабых электролитов

а) Наливают в пробирку 1-2 мл раствора ацетата натрия и добавляют разбавленной серной кислоты. Определяют по запаху образующуюся уксусную кислоту;

б) Наливают в пробирку 1-2 мл раствора хлорида аммония и добавляют разбавленной щелочи. Определяют по запаху выделяющийся аммиак;

в) Наливают в пробирку 3 мл раствора сульфата хрома (III) и приливают к нему по каплям раствор разбавленной щелочи до появления серо-зеленого осадка гидроксида хрома.

Содержимое пробирки разделяют на две части. К одной части приливают раствор серной кислоты, к другой - раствор щелочи. Сравнить цвет полученных растворов. Сделать вывод о характере гидроксида хрома.

Для опытов а), б), в) написать молекулярные и ионные уравнения реакций, объяснить причины сдвига ионных равновесий.

Сделать вывод, в каком направлении протекают реакции ионного обмена в растворах электролитов.

5.2. Контрольные вопросы и задания

1. Составить в молекулярном виде уравнения реакций растворения следующих малорастворимых минералов:

а) стронцианит SrCO_3 переводят в водный раствор насыщением CO_2 суспензии минерала в воде;

б) сассолин $\text{B}(\text{OH})_3$ обрабатывают избытком раствора едкого натра;

в) гиббсит $\text{Al}(\text{OH})_3$ хорошо растворяется известковом молоке;

г) азурит $\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot 2\text{CuCO}_3$ обрабатывают хлороводородной кислотой;

д) гетит Fe_2O_3 хорошо растворяется в серной кислоте;

е) гемиморфит $\text{Zn}(\text{OH})_2 \cdot \text{Zn}_3\text{Si}_2\text{O}_7$ нагревают в растворе гидроксида натрия;

ж) брусит $\text{Mg}(\text{OH})_2$ разлагается раствором серной кислоты;

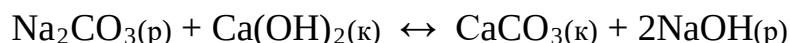
з) борнит $\text{FeS} \cdot \text{CuS} \cdot 2\text{Cu}_2\text{S}$ обрабатывают соляной кислотой.

2. При смешении водных растворов одного из следующих веществ: NaOH , KOH , CsOH концентрацией 1 моль/л с одинаковыми объемами 1М раствором HCl , HBr , HNO_3 , HClO_4 выделяется примерно одно и то же количество теплоты, составляющее 55-59 кДж/моль. О чем это свидетельствует? Напишите уравнения реакции в ионном виде.

3. При смешении 1М водных растворов одной из следующих кислот: азотной, уксусной, бензойной с одинаковыми объема 1М растворов KOH

обнаруживаются различные тепловые эффекты. Объясните, приведя уравнения реакций в молекулярно-ионном виде.

4. Укажите причины, по которым реакция



обратима, составьте выражение для константы равновесия. Почему в этом процессе образуется только разбавленный раствор гидроксида натрия, а получение концентрированного раствора невозможно?

5. Для переработки карбонатных марганцевых руд предложен способ, основанный на выщелачивании их раствором хлорида кальция:



Можно ли регенерировать раствор хлорида кальция и вывести одновременно марганец в осадок добавлением к продуктам выщелачивания суспензии $\text{Ca}(\text{OH})_2$? Напишите уравнение реакции.

6. Растворение соли слабой кислоты в растворах кислот должно проходить тем быстрее, чем больше концентрация ионов водорода. Однако кальцит CaCO_3 растворяется в растворе уксусной кислоты быстрее, чем в растворе серной. Почему?

7. В 250 мл раствора содержится 1 г NaOH . Вычислите молярную концентрацию и pH этого раствора.

8. Кислые растворы имеют кислый вкус, щелочные - вкус мыла. Сливаются равные объемы растворов хлороводородной кислоты и гидроксида натрия одинаковой концентрации. Какой вкус полученного раствора?

9. Гашеную известь $\text{Ca}(\text{OH})_2$ используют при флотации для создания щелочной среды (pH 12 и более), отделения пирита от сфалерита и сульфидов меди. Как изменяется pH растворов извести при хранении их в открытых емкостях? Напишите уравнение реакции.

6. ГИДРОЛИЗ СОЛЕЙ

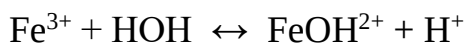
Ц е л ь р а б о т ы - Изучение свойств водных растворов, связанных с реакцией гидролиза солей.

Природные воды часто не бывают нейтральными, а имеют либо кислую, либо щелочную среду вследствие гидролиза. При химическом вывет-

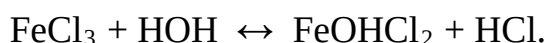
ривании известняков образуются щелочные растворы, а пиритсодержащих - кислые. Изменение нейтральной реакции среды водного раствора - признак гидролиза соли, обменной химической реакции, протекающей с участием воды. Однако не все соли вступают в реакцию гидролиза. Если растворить в воде хлорид калия KCl, нейтральная реакция среды (pH = 7), характерная для чистой воды, не изменится. Соли, образованные сильным основанием и сильной кислотой (NaCl, LiNO₃, CsBr и т.п.), в реакцию гидролиза не вступают.

С водой взаимодействуют: 1) соли, образованные слабыми основаниями и сильными кислотами (NH₄Cl, CuSO₄, Zn(NO₃)₂ и т.п.); 2) соли, образованные слабыми кислотами и сильными основаниями (Na₂S, KCN, BaCO₃ и т.п.); 3) соли, образованные слабыми основаниями и слабыми кислотами (NH₄CH₃COO и т.п.).

Из рассмотренных примеров следует, что в реакцию с водой вступают катионы слабых оснований и анионы слабых кислот. Если эти ионы многозарядны (Fe³⁺, Cu²⁺, CO₃²⁻, SiO₃²⁻ и т.п.), их взаимодействие с водой обычно идет до образования основного или кислого иона (первая ступень гидролиза). Например, соль FeCl₃, образованная слабым основанием с сильной кислотой, подвергается гидролизу по катиону:

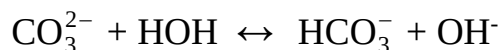


Или в молекулярной форме:

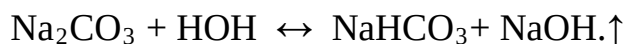


В результате гидролиза соли FeCl₃ появляется избыток катионов H⁺ и раствор приобретает кислую реакцию, pH < 7.

Гидролизу по аниону подвергаются соли, образованные сильным основанием и слабой кислотой. В качестве примера запишем уравнение гидролиза соли Na₂CO₃ в ионном виде:



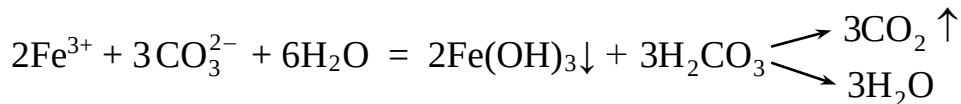
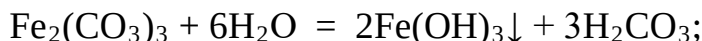
И в молекулярной форме:



Избыток анионов OH⁻ придает раствору щелочную реакцию, pH > 7.

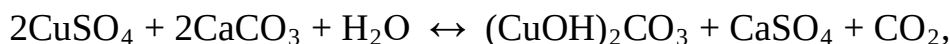
Если же соль образована слабым малорастворимым основанием и слабой летучей кислотой, то происходит полный необратимый гидролиз. В

таблице растворимости такие соли обозначены прочерком, означающим, что эти соли в водных растворах не существуют. Например, гидролиз карбоната железа (III):

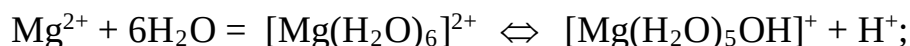


т.е. карбонат железа (III) может существовать только в виде сухой соли, а в растворе он подвергается полному гидролизу, образуя труднорастворимый гидроксид железа (III) и слабую летучую угольную кислоту. В подобных случаях в осадок выпадает наименее растворимый из возможных продуктов гидролиза. Так, растворимость $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$ меньше, чем $\text{Cu}(\text{OH})_2$,

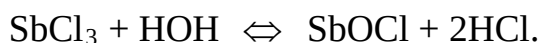
поэтому в зоне окисления минералов меди в известняках встречается малахит



В водном растворе положительные ионы металлов гидратированы. Многие из них связывают воду так прочно, что их можно рассматривать как комплексные ионы. Гидролиз солей, образованных слабыми основаниями и сильными кислотами, происходит за счет молекул воды, входящих в комплексный ион. При этом катион металла выталкивает за пределы внутренней сферы одноименно заряженный ион водорода из молекулы воды, среда становится кислой. Например, при гидролизе хлорида магния координационное число Mg^{2+} равно шести



Ионы Bi^{3+} , Sb^{3+} , Ti^{4+} , V^{4+} обладают настолько сильным поляризующим действием, что выталкивает из молекулы воды оба иона водорода, вследствие чего образуются ионы BiO^+ висмутил, SbO^+ антимонид, TiO^{2+} титанил, VO^{2+} ванадил.



6.1. Экспериментальная часть

О П Ы Т 1. Образование основной соли при гидролизе

В три пробирки наливают по 3-4 капли нейтрального раствора лакмуса и добавляют по 2 мл растворов: в одну пробирку - дистиллированной воды, в другую - сульфата натрия, в третью - сульфата алюминия. Сравнивают окраску индикатора в воде и растворах солей. Сделать вывод о возможности гидролиза.

Написать молекулярное и ионное уравнение реакции гидролиза: отразить отсутствие гидролиза в пробирке с раствором Na_2SO_4 .

О П Ы Т 2. Образование кислой соли при гидролизе

В две пробирки наливают по 3-4 капли нейтрального раствора фенолфталеина и добавляют по 2 мл растворов: хлорида натрия и карбоната натрия. Сравнивают окраску индикатора в воде и растворах солей.

Сделать вывод о возможности гидролиза.

Написать молекулярное и ионное уравнение реакции гидролиза: отразить отсутствие гидролиза в пробирке с раствором NaCl .

О П Ы Т 3. Смещение равновесия гидролиза

Налить в пробирку 1-2 мл раствора нитрата висмута $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ и разбавить его водой в 3-5 раз. Наблюдать образование осадка, т.е. помутнение раствора. Составить молекулярное и ионное уравнение реакции гидролиза, зная, что труднорастворимым продуктом является соль BiONO_3 .

В пробирку с осадком BiONO_3 прибавить несколько капель концентрированной азотной кислоты. Наблюдать растворение осадка. Объяснить наблюдаемое, исходя из уравнения гидролиза.

О П Ы Т 4. Влияние нагревания на гидролиз ацетата натрия

К 3-4 мл раствора уксуснокислого натрия CH_3COONa прибавить 1-2 капли фенолфталеина и нагреть до кипения. Обратить внимание на появление розовой окраски, исчезающей при охлаждении раствора.

Написать ионное и молекулярное уравнение реакции гидролиза уксуснокислого натрия. Объясните различие окраски при нагревании и охлаждении раствора.

О П Ы Т 5. Полный гидролиз (совместный гидролиз)

К 1-2 мл раствора сернокислого алюминия $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ прилить такой же объем раствора карбоната натрия Na_2CO_3 . Наблюдать выделение углекислого газа и образование осадка гидроксида алюминия. Написать молекулярное и ионное уравнение совместного гидролиза взятых солей.

6.2. Контрольные вопросы и задания

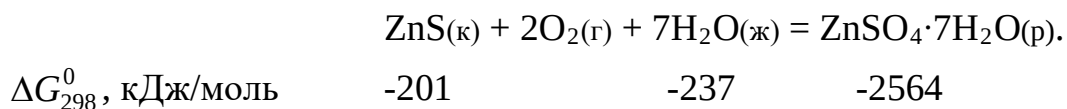
1. На некоторых обогащательных фабриках иногда барабаны (емкости) из-под цианида натрия обезвреживают 10%-ным раствором железного купороса FeSO_4 . Напишите уравнения реакции, ведущих к образованию в этих условиях циановодородной кислоты, и покажите тем самым, что такой способ растворения цианидов абсолютно недопустим. При подкислении до $\text{pH} \leq 9$ работать с растворами цианида натрия опасно; безопасно при $\text{pH} > 10$.

2. Раствор основания и раствор кислоты смешивают в эквивалентных соотношениях. Для каких из перечисленных пар раствор будет иметь нейтральную реакцию:

- а) $\text{NH}_4\text{OH} + \text{HCl}$, б) $\text{NH}_4\text{OH} + \text{CH}_3\text{COOH}$, в) $\text{NaOH} + \text{HCl}$,
г) $\text{NaOH} + \text{CH}_3\text{COOH}$?

3. Сточные воды обогащательных фабрик, содержащие гидрокарбонат кальция, очищают от коллоидных примесей (удалить которые отстаиванием и фильтрованием невозможно) добавлением к ним сульфата алюминия. Образующийся хлопьевидный $\text{Al}(\text{OH})_3$ обволакивает коллоидные частицы примесей и вызывает их осаждение. Объясните образование $\text{Al}(\text{OH})_3$ и напишите уравнение реакции.

4. Определить, возможна ли реакция окисления сфалерита кислородом воздуха в стандартных условиях, если



Сделайте вывод о кислотности рудничных вод, содержащих в качестве продукта выветривания сульфат цинка, записав уравнение реакции гидролиза в молекулярном и ионном виде.

5. При окислении пирита, преобладающего в колчеданных рудах, кислородом, растворенным в воде, выделяется сульфат железа (III). Посту-

пая с нисходящим током растворов в нижние горизонты, он реагирует с породой. Сделайте вывод о составе породы, если наблюдается совместное образование гипса $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ и лимонита $\text{Fe}(\text{OH})_3$. Напишите уравнение реакции взаимодействия сульфата железа (III) и породы.

6. Объясните, приведя молекулярно-ионное уравнение, почему при нагревании раствора NaHCO_3 реакция среды из слабощелочной переходит в сильнощелочную.

7. В водном растворе хлорида цинка при нагревании происходит растворение кусочка металлического цинка. Напишите уравнения реакции, объясняя причину выделения водорода.

8. В жесткой воде ионы железа обычно присутствуют в виде гидрокарбоната железа (II). При хранении такой воды в открытых сосудах, железо окисляется кислородом воздуха, вода мутнеет из-за выпадения в осадок $\text{Fe}(\text{OH})_3$. Напишите уравнение реакции, в результате которой образуется гидроксид железа (III).

МИНОБРНАУКИ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Б1.О.11 ГЕОЛОГИЯ

Направление

29.03.04 Технология художественной обработки материалов

Автор: Огородников В. Н., д.г-м.н., доцент

Екатеринбург
2021

Введение

Учебным планом направления 29.03.04 «Технология художественной обработки материалов» по дисциплине Б1.О.11 «Геология» предусматривается написание контрольной работы на тему «Визуальное определение и описание минералов и горных пород в выданных контрольных образцах». Это – самостоятельный труд студента, который способствует углублённому изучению пройденного материала.

Задания контрольной работы, направлены на оценку уровня умений и навыков, формирующих компетенцию:

- способен проводить измерения параметров структуры, свойств художественных материалов, художественно-промышленных объектов и технологических процессов их изготовления (ОПК-3).

Студент должен уметь визуально определять и описывать минералы и горные породы и объяснять с какими эндогенными и экзогенными геологическими процессами связано их образование.

Порядок выполнения контрольной работы

Задания контрольной работы, направленные на оценку уровня знаний, умений, владений, формирующих компетенцию ОПК-3.

Основные задачи выполняемой работы:

- 1) закрепление полученных ранее теоретических знаний;
- 2) выработка навыков самостоятельной работы;
- 3) оценка уровня подготовленности студента к будущей практической работе.

Подготовку контрольной работы следует начинать с повторения соответствующего раздела учебника, учебных пособий по данной теме и конспектов лекций прочитанных ранее. Приступать к выполнению работы без изучения основных положений и понятий науки, не следует, так как в этом случае студент, как правило, плохо ориентируется в материале, не может отграничить смежные вопросы и сосредоточить внимание на основных, первостепенных проблемах рассматриваемой темы.

Контрольная работа № 1 по теме 3

Описать и определить название минералов в выданных контрольных образцах.

Контрольная работа № 2 по теме 5

Описать и определить название магматической горной породы в выданных контрольных образцах.

Контрольная работа № 3 по теме 6

Описать и определить название метаморфической горной породы в выданных контрольных образцах.

Контрольная работа № 4 по теме 12

Описать и определить название метаморфической горной породы в выданных контрольных образцах.

Каждый вариант контрольной работы составлен из каменного материала в виде пяти образцов.

Критерии оценивания: Полнота (0-3 балла) и правильность описания минералов и горных пород (0-1 балла) ; использование методов определения физических свойств минералов и горных пород (0-1 балл)

оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если работа соответствует всем критериям (5 баллов)

оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если 4 балла

оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если обучающийся набрал 3 балла

оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если обучающийся набрал 0-2 балла

Оценка за каждую контрольную работу определяется простым суммированием баллов:

<i>Критерии оценки контрольной работы</i>	<i>Количество баллов</i>
полнота описания минералов и горных пород	0-3
правильность описания минералов и горных пород	0-1
использование методов определения физических свойств минералов и горных пород	0-1
Итого	0-5

5 баллов (90-100%) - оценка «отлично»

4 балла (70-89%) - оценка «хорошо»

3 балла (50-69%) - оценка «удовлетворительно»

0-2 балла (0-49%) - оценка «неудовлетворительно»

Результаты текущего контроля фиксируются преподавателем.

Для осуществления текущего контроля знаний, умений, владений обучающихся используется комплект оценочных средств (приложение 1).

Порядок описания образцов минералов и горных пород

Часть 1. Минералы. Основная цель работы – определение минералов и их физических свойств. Исследование физических свойств выполняется в соответствии с рекомендациями, изложенными в методических указаниях по выполнению лабораторных работ. Вначале определяется форма и характер минеральных агрегатов, затем цвет, блеск и другие физические свойства. Полученные данные сводятся в таблицу описания минералов.

Название минерала, формула	Форма кристаллов или минеральных агрегатов	Физические свойства минералов						Примечание
		цвет	цвет черты	блеск	спайность	твёрдость	спец. св-ва	
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Часть 2. Магматические горные породы

Порядок описания интрузивных пород.

1. Цвет.
2. Структура (по степени кристаллизации, по относительному размеру зерен и для равно-, полнокристаллических по абсолютному размеру зерен).
3. Текстура.
4. Минералогический состав в процентах.
5. Характеристика каждого из минералов, входящих в состав породы (размер и форма зерен, цвет, спайность, излом, блеск).
6. Вывод: название породы, условия образования, группа по степени кислотности и щелочности.
7. Эффузивный аналог.

Порядок описания эффузивных пород.

1. Цвет.
2. Структура (по степени кристаллизации, по относительному размеру зерен).
3. Текстура. Соотношение основной массы и вкрапленников в процентах.
4. Характеристика основной массы (цвет, особенности).
5. Характеристика вкрапленников (цвет, форма и размер зерен, спайность, блеск, излом, вторичные изменения).
6. Вывод: название породы, условия образования, группа по степени кислотности и щелочности.
6. Глубинный (интрузивный) аналог.

Часть 3. Метаморфические горные породы.

Выполнение лабораторных работ проводится в определенной последовательности: вначале определяется текстура породы, позволяющая устанавливать тип метаморфизма; затем исследуются структурные особенности, по которым восстанавливают термодинамические условия проявлений метаморфизма (фаии – для продуктов регионального метаморфизма), которые уточняются после диагностики минерального состава породы. По совокупности полученных сведений о метаморфической породе делаются выводы об исходной породе (эдукте). Описание пород ведется в следующей последовательности: цвет породы, текстура, структура, минеральный состав. По совокупности всех описанных признаков студент должен определять тип метаморфизма, фациальный уровень (Р-Т- условия), и при возможности предположить возможный состав эдукта.

Часть 4. Осадочные горные породы.

Правильное определение осадочных горных пород возможно только при полном учете всего комплекса внешних свойств. Подробно должны быть описаны текстура и структура породы, характер слоистости (в случае отсутствия последней это должно быть специально указано), наличие или отсутствие кавернозности и т. д. Необходимо устанавливать и указывать возможно точнее структуру породы со всеми ее особенностями, окраску, твердость, излом, удельный вес и другие признаки, точно определять состав породы. Не менее подробно, чем породу, следует описывать и все инородные включения в нее: органические остатки, конкреции, прожилки, различные выделения, выцветы, примазки и т. д. Полное описание дает возможность установить тип породы и способ ее образования, а тем самым и определить ее. При описании псефитов следует указывать состав, окраску, величину и характер окатанности обломков, состав и окраску цемента и соотношение в породе обломков и цемента. Описывая глину, необходимо указать следующие ее внешние признаки: цвет, причем подчеркнуть, в каком состоянии влажности описывается глина; пластичность (глина бывает жирная, пластичная, сухая и песчанистая); характер примесей, часто обуславливающих окраску; структуру; растительные остатки и окаменелости.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

Полянок О.В., к.пс.н., доцент

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ**

**Б1.О.14 ПСИХОЛОГИЯ КОМАНДНОГО
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ И САМОРАЗВИТИЯ**

29.03.04 Технология художественной обработки материалов

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1 Методические рекомендации по написанию реферата	5
2 Методические рекомендации по написанию эссе	13
3 Методические рекомендации по написанию реферата статьи	17
4 Методические рекомендации по решению практико-ориентированных заданий	23
5 Методические рекомендации по составлению тестовых заданий	27
6 Требования к написанию и оформлению доклада	29
7 Методические рекомендации к опросу	34
8 Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям	36
9 Методические рекомендации по подготовке семинарским занятиям	38
10 Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов	40
Заключение	43
Список использованных источников	44

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа студентов может рассматриваться как организационная форма обучения - система педагогических условий, обеспечивающих управление учебной деятельностью студентов по освоению знаний и умений в области учебной и научной деятельности без посторонней помощи.

Самостоятельная работа студентов проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирования практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развития исследовательских умений;
- получения навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется студентами инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует студентам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы, демонстрирует ранее выполненные студентами работы и т. п.

Подразумевается несколько категорий видов самостоятельной работы студентов, значительная часть которых нашла отражения в данных методических рекомендациях:

- работа с источниками литературы и официальными документами (*использование библиотечно-информационной системы*);
- выполнение заданий для самостоятельной работы в рамках учебных дисциплин (*рефераты, эссе, домашние задания, решения практико-ориентированных заданий*);
- реализация элементов научно-педагогической практики (*разработка методических материалов, тестов, тематических портфолио*);
- реализация элементов научно-исследовательской практики (*подготовка текстов докладов, участие в исследованиях*).

Особенностью организации самостоятельной работы студентов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета /экзамена, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов online и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, контрольные работы, защита творческих работ и электронных презентаций и др.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине.

1. Методические рекомендации по написанию реферата

Реферат - письменная работа объемом 10-18 печатных страниц, выполняемая студентом в течение длительного срока (от одной недели до месяца).

Реферат (от лат. *refere* - докладывать, сообщать) - краткое точное изложение сущности какого-либо вопроса, темы на основе одной или нескольких книг, монографий или других первоисточников. Реферат должен содержать основные фактические сведения и выводы по рассматриваемой теме¹.

Выполнение и защита реферата призваны дать аспиранту возможность всесторонне изучить интересующую его проблему и вооружить его навыками научного и творческого подхода к решению различных задач в исследуемой области.

Основными задачами выполнения и защиты реферата являются развитие у студентов общекультурных и профессиональных компетенций, среди них:

- формирование навыков аналитической работы с литературными источниками разных видов;
- развитие умения критически оценивать и обобщать теоретические положения;
- стимулирование навыков самостоятельной аналитической работы;
- углубление, систематизация и интеграция теоретических знаний и практических навыков по соответствующему направлению высшего образования;
- презентация навыков публичной дискуссии.

Структура и содержание реферата

Подготовка материалов и написание реферата - один из самых трудоемких процессов. Работа над рефератом сводится к следующим этапам.

1. Выбор темы реферата.
2. Предварительная проработка литературы по теме и составление «рабочего» плана реферата.
3. Конкретизация необходимых элементов реферата.
4. Сбор и систематизация литературы.
5. Написание основной части реферата.
6. Написание введения и заключения.
7. Представление реферата преподавателю.
8. Защита реферата.

Выбор темы реферата

Перечень тем реферата определяется преподавателем, который ведет дисциплину. Вместе с тем, аспиранту предоставляется право самостоятельной формулировки темы реферата с необходимым обоснованием целесообразности ее разработки и согласованием с преподавателем. Рассмотрев инициативную тему реферата студента, преподаватель имеет право ее отклонить, аргументировав свое решение, или, при согласии студента, переформулировать тему.

При выборе темы нужно иметь в виду следующее:

1. Тема должна быть актуальной, то есть затрагивать важные в данное время проблемы общественно-политической, экономической или культурной жизни общества.
2. Не следует формулировать тему очень широко: вычленение из широкой проблемы узкого, специфического вопроса помогает проработать тему глубже.

¹ Методические рекомендации по написанию реферата. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.hse.spb.ru/edu/recommendations/method-referat-2005.phtml>

3. Какой бы интересной и актуальной ни была тема, прежде всего, следует удостовериться, что для ее раскрытия имеются необходимые материалы.

4. Тема должна открывать возможности для проведения самостоятельного исследования, в котором можно будет показать умение собирать, накапливать, обобщать и анализировать факты и документы.

5. После предварительной самостоятельной формулировки темы необходимо проконсультироваться с преподавателем с целью ее возможного уточнения и углубления.

Предварительная проработка литературы по теме и составление «рабочего» плана реферата

Подбор литературы следует начинать сразу же после выбора темы реферата. Первоначально с целью обзора имеющихся источников целесообразно обратиться к электронным ресурсам в сети Интернет и, в частности, к электронным информационным ресурсам УГГУ: благодаря оперативности и мобильности такого источника информации, не потратив много времени, можно создать общее представление о предмете исследования, выделить основные рубрики (главы, параграфы, проблемные модули) будущего курсовой работы. При подборе литературы следует также обращаться к предметно-тематическим каталогам и библиографическим справочникам библиотеки УГГУ, публичных библиотек города.

Предварительное ознакомление с источниками следует расценивать как первый этап работы над рефератом. Для облегчения дальнейшей работы необходимо тщательно фиксировать все просмотренные ресурсы (даже если кажется, что тот или иной источник непригоден для использования в работе над рефератом, впоследствии он может пригодиться, и тогда его не придется искать).

Результатом предварительного анализа источников является рабочий план, представляющий собой черновой набросок исследования, который в дальнейшем обрастает конкретными чертами. Форма рабочего плана допускает определенную степень произвольности. Первоначальный вариант плана должен отражать основную идею работы. При его составлении следует определить содержание отдельных глав и дать им соответствующее название; продумать содержание каждой главы и наметить в виде параграфов последовательность вопросов, которые будут в них рассмотрены. В реферате может быть две или три главы - в зависимости от выбранной проблемы, а также тех целей и задач исследования.

Работа над предварительным планом необходима, поскольку она дает возможность еще до начала написания реферата выявить логические неточности, информационные накладки, повторы, неверную последовательность глав и параграфов, неудачные формулировки выделенных частей или даже реферата в целом.

Рабочий план реферата разрабатывается студентом самостоятельно и может согласовываться с преподавателем.

Конкретизация необходимых элементов реферата

Реферат должен иметь четко определенные цель и задачи, объект, предмет и методы исследования. Их необходимо сформулировать до начала непосредственной работы над текстом.

Цель реферата представляет собой формулировку результата исследовательской деятельности и путей его достижения с помощью определенных средств. Учитывайте, что у работы может быть только одна цель.

Задачи конкретизируют цель, в реферате целесообразно выделить три-четыре задачи. Задачи - это теоретические и практические результаты, которые должны быть получены в реферате. Постановку задач следует делать как можно более тщательно, т.к. их

решение составляет содержание разделов (подпунктов, параграфов) реферата. В качестве задач может выступать либо решение подпроблем, вытекающих из общей проблемы, либо задачи анализа, обобщения, обоснования, разработки отдельных аспектов проблемы, ведущие к формулировке возможных направлений ее решения.

Объект исследования - процесс или явление, порождающие проблемную ситуацию и избранные для изучения.

Предмет исследования - все то, что находится в границах объекта исследования в определенном аспекте рассмотрения.

Методы исследования, используемые в реферате, зависят от поставленных цели и задач, а также от специфики объекта изучения. Это могут быть методы системного анализа, математические и статистические методы, сравнения, обобщения, экспертных оценок, теоретического анализа и т.д.

Впоследствии формулировка цели, задач, объекта, предмета и методов исследования составят основу Введения к реферату.

Сбор и систематизация литературы

Основные источники, использование которых возможно и необходимо в реферате, следующие:

- учебники, рекомендованные Министерством образования и науки РФ;
- электронные ресурсы УГГУ на русском и иностранном языках;
- статьи в специализированных и научных журналах;
- диссертации и монографии по изучаемой теме;
- инструктивные материалы и законодательные акты (только последних изданий);
- данные эмпирических и прикладных исследований (статистические данные, качественные интервью и т.д.)
- материалы интернет-сайтов.

Систематизацию получаемой информации следует проводить по основным разделам реферата, предусмотренным планом. При изучении литературы не стоит стремиться освоить всю информацию, заключенную в ней, а следует отбирать только ту, которая имеет непосредственное отношение к теме работы. Критерием оценки прочитанного является возможность его использования в реферате.

Сбор фактического материала - один из наиболее ответственных этапов подготовки реферата. От того, насколько правильно и полно собран фактический материал, во многом зависит своевременное и качественное написание работы. Поэтому, прежде чем приступить к сбору материала, аспиранту необходимо тщательно продумать, какой именно фактический материал необходим для реферата и составить, по возможности, специальный план его сбора и анализа. После того, как изучена и систематизирована отобранная по теме литература, а также собран и обработан фактический материал, возможны некоторые изменения в первоначальном варианте формулировки темы и в плане реферата.

Написание основной части реферата

Изложение материала должно быть последовательным и логичным. Общая логика написания параграфа сводится к стандартной логической схеме «Тезис - Доказательство - Вывод» (количество таких цепочек в параграфе, как правило, ограничивается тремя - пятью доказанными тезисами).

Все разделы реферата должны быть связаны между собой. Особое внимание следует обращать на логические переходы от одной главы к другой, от параграфа к параграфу, а внутри параграфа - от вопроса к вопросу.

Использование цитат в тексте необходимо для того, чтобы без искажений передать мысль автора первоисточника, для идентификации взглядов при сопоставлении различных

точек зрения и т.д. Отталкиваясь от содержания цитат, необходимо создать систему убедительных доказательств, важных для объективной характеристики изучаемого вопроса. Цитаты также могут использоваться и для подтверждения отдельных положений работы.

Число используемых цитат должно определяться потребностями разработки темы. Цитатами не следует злоупотреблять, их обилие может восприниматься как выражение слабости собственной позиции автора. Оптимальный объем цитаты - одно-два, максимум три предложения. Если цитируемый текст имеет больший объем, его следует заменять аналитическим пересказом.

Во всех случаях употребления цитат или пересказа мысли автора необходимо делать точную ссылку на источник с указанием страницы.

Авторский текст (собственные мысли) должен быть передан в научном стиле. Научный стиль предполагает изложение информации от первого лица множественного числа («мы» вместо «я»). Его стоит обозначить хорошо известными маркерами: «По нашему мнению», «С нашей точки зрения», «Исходя из этого мы можем заключить, что...» и т.п. или безличными предложениями: «необходимо подчеркнуть, что...», «важно обратить внимание на тот факт, что.», «следует отметить.» и т.д.

Отдельные положения реферата должны быть иллюстрированы цифровыми данными из справочников, монографий и других литературных источников, при необходимости оформленными в справочные или аналитические таблицы, диаграммы, графики. При составлении аналитических таблиц, диаграмм, графиков используемые исходные данные выносятся в приложение, а в тексте приводятся результаты расчетов отдельных показателей (если аналитическая таблица по размеру превышает одну страницу, ее целиком следует перенести в приложение). В тексте, анализирующем или комментирующем таблицу, не следует пересказывать ее содержание, а уместно формулировать основной вывод, к которому подводят табличные данные, или вводить дополнительные показатели, более отчетливо характеризующие то или иное явление или его отдельные стороны. Все материалы, не являющиеся необходимыми для решения поставленной в работе задачи, также выносятся в приложение.

Написание введения и заключения

Введение и заключение - очень важные части реферата. Они должны быть тщательно проработаны, выверены логически, стилистически, орфографически и пунктуационно.

Структурно введение состоит из нескольких логических элементов. Во введении в обязательном порядке обосновываются:

- актуальность работы (необходимо аргументировать, в силу чего именно эта проблема значима для исследования);
- характеристика степени разработанности темы (краткий обзор имеющейся научной литературы по рассматриваемому вопросу, призванный показать знакомство студента со специальной литературой, его умение систематизировать источники, критически их рассматривать, выделять существенное, оценивать ранее сделанное другими исследователями, определять главное в современном состоянии изученности темы);
- цель и задачи работы;
- объект и предмет исследования;
- методы исследования;
- теоретическая база исследования (систематизация основных источников, которые использованы для написания своей работы);
- структура работы (название глав работы и их краткая характеристика).

По объему введение занимает 1,5-2 страницы текста, напечатанного в соответствии с техническими требованиями, определенными преподавателем.

Заключение содержит краткую формулировку результатов, полученных в ходе работы, указание на проблемы практического характера, которые были выявлены в процессе исследования, а также рекомендации относительно их устранения. В заключении возможно повторение тех выводов, которые были сделаны по главам. Объем заключения - 1 - 3 страницы печатного текста.

Представление реферата преподавателю

Окончательный вариант текста реферата необходимо распечатать и вставить в папку-скоросшиватель. Законченный и оформленный в соответствии с техническими требованиями реферат подписывается студентом и представляется в распечатанном и в электронном виде в срок, обозначенный преподавателем.

Перед сдачей реферата аспирант проверяет его в системе «Антиплагиат» (<http://www.antiplagiat.ru/>), пишет заявление о самостоятельном характере работы, где указывает процент авторского текста, полученный в результате тестирования реферата в данной системе. Информацию, полученную в результате тестирования реферата в данной системе (с указанием процента авторского текста), аспирант в печатном виде предоставляет преподавателю вместе с окончательным вариантом текста реферата, который не подлежит доработке или замене.

Защита реферата

При подготовке реферата к защите (если она предусмотрена) следует:

1. Составить план выступления, в котором отразить актуальность темы, самостоятельный характер работы, главные выводы и/или предложения, их краткое обоснование и практическое и практическое значение - с тем, чтобы в течение 3 - 5 минут представить достоинства выполненного исследования.

2. Подготовить иллюстративный материал: схемы, таблицы, графики и др. наглядную информацию для использования во время защиты. Конкретный вариант наглядного представления результатов определяется форматом процедуры защиты реферата.

Критерии оценивания реферата

Критерии оценивания реферата: новизна текста, степень раскрытия сущности вопроса, соблюдение требований к оформлению.

Новизна текста – обоснование актуальности темы; новизна и самостоятельность в постановке проблемы, формулирование нового аспекта известной проблемы; умение работать с литературой, систематизировать и структурировать материал; наличие авторской позиции, самостоятельная интерпретация описываемых в реферате фактов и проблем – 4 балла.

Степень раскрытия сущности вопроса - соответствие содержания доклада его теме; полнота и глубина знаний по теме; умение обобщать, делать выводы, сопоставлять различные точки зрения по вопросу (проблеме); оценка использованной литературы (использование современной научной литературы) – 4 балла.

Соблюдение требований к оформлению - правильность оформления ссылок на источники, списка использованных источников; грамотное изложение текста (орфографическая, пунктуационная, стилистическая культура); владение терминологией; корректность цитирования – 4 балла.

Критерии оценивания публичного выступления (защита реферата): логичность построения выступления; грамотность речи и владение профессиональной терминологией; обоснованность выводов; умение отвечать на вопросы; поведение при защите работы (манера говорить, отстаивать свою точку зрения, привлекать внимание к важным моментам в докладе или ответах на вопросы и т.д.) соблюдение требований к объёму доклада – 10 баллов.

Критерии оценивания презентации: дизайн и мультимедиа – эффекты, содержание – 4 балла.

Всего – 25 баллов.

Оценка «зачтено»

Оценка «зачтено» – реферат полностью соответствует предъявляемым требованиям (критериям оценки) – 23-25 баллов.

Критерии оценивания реферата: актуальность темы обоснована, сформулирован новый аспект рассмотрения проблемы, присутствует новизна и самостоятельность в постановке проблемы, анализируемый материал систематизирован и структурирован, широкий диапазон и качество (уровень) используемого информационного пространства (привлечены различные источники научной информации), прослеживается наличие авторской позиции и самостоятельной интерпретации описываемых в реферате фактов и проблем.

Степень раскрытия сущности вопроса - содержание реферата соответствует теме, продемонстрирована полнота и глубина знаний по теме, присутствует личная оценка (вывод), объяснены альтернативные взгляды на рассматриваемую проблему и обосновано сбалансированное заключение; представлен критический анализ использованной литературы (использование современной научной литературы).

Соблюдение требований к оформлению – текст оформлен в соответствии с методическими требованиями и ГОСТом, в работе соблюдены правила русской орфографии и пунктуации, выдержана стилистическая культура научного текста, четкое и полное определение рассматриваемых понятий (категорий), приводятся соответствующие примеры в строгом соответствии с рассматриваемой проблемой, соблюдена корректность при цитировании источников.

Критерии оценивания презентации: цвет фона гармонирует с цветом текста, всё отлично читается, использовано 3 цвета шрифта, все страницы выдержаны в едином стиле, гиперссылки выделены и имеют разное оформление до и после посещения кадра, анимация присутствует только в тех местах, где она уместна и усиливает эффект восприятия текстовой части информации, звуковой фон соответствует единой концепции и усиливает эффект восприятия текстовой части информации, размер шрифта оптимальный, все ссылки работают, содержание является строго научным, иллюстрации (графические, музыкальные, видео) усиливают эффект восприятия текстовой части информации, орфографические, пунктуационные, стилистические ошибки отсутствуют, наборы числовых данных проиллюстрированы графиками и диаграммами в наиболее адекватной форме, информация является актуальной и современной, ключевые слова в тексте выделены.

Критерии оценивания публичного выступления: выступление логично построено, выводы аргументированы, свободное владение профессиональной терминологией, в речи отсутствуют орфоэпические, лексические, грамматические и синтаксические ошибки, дает полные и исчерпывающие ответы на вопросы, соблюдены этические нормы поведения при защите работы, владеет различными способами привлечения и удержания внимания и интереса аудитории к сообщению, соблюдены требования к объёму доклада.

Оценка «зачтено» - реферат в основном соответствует предъявляемым требованиям (критериям оценки) – 18-22 баллов.

Критерии оценивания реферата: актуальность темы обоснована, сформулирован новый аспект рассмотрения проблемы, анализируемый материал систематизирован и структурирован, представлен достаточный диапазон используемого информационного

пространства (привлечены несколько источников научной информации), прослеживается наличие авторской позиции в реферате при отборе фактов и проблем.

Степень раскрытия сущности вопроса - содержание реферата соответствует теме, продемонстрирована достаточная осведомленность знаний по теме, присутствует личная оценка (вывод), объяснены 2-3 взгляда на рассматриваемую проблему и обосновано заключение; представлен критический обзор использованной литературы (использование современной научной литературы).

Соблюдение требований к оформлению – текст оформлен в соответствие с методическими требованиями и ГОСТом, в работе имеются незначительные ошибки правил русской орфографии и пунктуации, выдержана стилистическая культура научного текста, четкое определение рассматриваемых понятий (категорий), приводятся соответствующие примеры в строгом соответствии с рассматриваемой проблемой, соблюдена корректность при цитировании источников.

Критерии оценивания презентации: цвет фона хорошо соответствует цвету текста, всё можно прочесть, использовано 3 цвета шрифта, 1-2 страницы имеют свой стиль оформления, отличный от общего, гиперссылки выделены и имеют разное оформление до и после посещения кадра, анимация присутствует только в тех местах, где она уместна, звуковой фон соответствует единой концепции и привлекает внимание зрителей в нужных местах - именно к информации, размер шрифта оптимальный, все ссылки работают, содержание в целом является научным, иллюстрации (графические, музыкальные, видео) соответствуют тексту, орфографические, пунктуационные, стилистические ошибки практически отсутствуют, наборы числовых данных проиллюстрированы графиками и диаграммами, информация является актуальной и современной, ключевые слова в тексте выделены

Критерии оценивания публичного выступления : выступление логично построено, выводы аргументированы, испытывает незначительные затруднения при использовании профессиональной терминологии, в речи допускает в незначительном количестве орфоэпические, лексические, грамматические и синтаксические ошибки, дает полные и исчерпывающие ответы на вопросы, соблюдены этические нормы поведения при защите работы , владеет ограниченным набором способов привлечения внимания аудитории к сообщению, соблюдены требования к объёму доклада.

Оценка «зачтено» - реферат частично соответствует предъявляемым требованиям (критериям оценки) – 13-17 баллов.

Критерии оценивания реферата: актуальность темы обоснована, сформулирован новый аспект рассмотрения проблемы, анализируемый материал систематизирован и структурирован, представлен достаточный диапазон используемого информационного пространства (привлечены несколько источников научной информации), прослеживается наличие авторской позиции в реферате при отборе фактов и проблем.

Степень раскрытия сущности вопроса - содержание реферата соответствует теме, продемонстрирована достаточная осведомленность знаний по теме, присутствует личная оценка (вывод), объяснены 2-3 взгляда на рассматриваемую проблему и обосновано заключение; представлен критический обзор использованной литературы (использование современной научной литературы).

Соблюдение требований к оформлению – оформление текста частично не соответствует методическими требованиям и ГОСТу, в работе имеются ошибки правил русской орфографии и пунктуации, в целом выдержана стилистическая культура научного текста, четкое определение рассматриваемых понятий (категорий), частично не соблюдена корректность при цитировании источников.

Критерии оценивания презентации: цвет фона плохо соответствует цвету текста, использовано более 4 цветов шрифта, некоторые страницы имеют свой стиль оформления, гиперссылки выделены, анимация дозирована, звуковой фон не соответствует единой концепции, но не носит отвлекающий характер, размер шрифта средний (соответственно,

объём информации слишком большой — кадр несколько перегружен), ссылки работают, содержание включает в себя элементы научности, иллюстрации (графические, музыкальные, видео) в определенных случаях соответствуют тексту, есть орфографические, пунктуационные, стилистические ошибки, наборы числовых данных чаще всего проиллюстрированы графиками и диаграммами, информация является актуальной и современной, ключевые слова в тексте, чаще всего, выделены.

Критерии оценивания публичного выступления: в выступлении нарушено логическое построение, выводы не аргументированы, испытывает затруднения при использовании профессиональной терминологии, в речи допускает орфоэпические, лексические, грамматические и синтаксические ошибки, дает краткие ответы на вопросы, в целом соблюдены этические нормы поведения при защите работы, соблюдены требования к объёму доклада.

Оценка «не зачтено»

Оценка «не зачтено» - реферат не соответствует предъявляемым требованиям (критериям оценки) – 0-12 баллов.

Критерии оценивания реферата: актуальность темы не обоснована, не сформулирован новый аспект рассмотрения проблемы, анализируемый материал не систематизирован, ограниченный диапазон используемого информационного пространства (привлечен 1 источник научной информации), отсутствует авторская позиция в реферате.

Степень раскрытия сущности вопроса - содержание реферата не соответствует теме, не продемонстрирована осведомленность знаний по теме, отсутствует личная оценка (вывод), представлен 1 позиция рассмотрения проблемы, заключение не обосновано, отсутствует критический обзор использованной литературы.

Соблюдение требований к оформлению – оформление текста не соответствует методическими требованиями и ГОСТу, в работе выполнена с ошибками правил русской орфографии и пунктуации, не выдержана стилистическая культура научного текста, отсутствует четкое определение рассматриваемых понятий (категорий), не соблюдена корректность при цитировании источников.

Критерии оценивания презентации: цвет фона не соответствует цвету текста, использовано более 5 цветов шрифта, каждая страница имеет свой стиль оформления, гиперссылки не выделены, анимация отсутствует (или же презентация перегружена анимацией), звуковой фон не соответствует единой концепции, носит отвлекающий характер, слишком мелкий шрифт (соответственно, объём информации слишком велик — кадр перегружен), не работают отдельные ссылки, содержание не является научным, иллюстрации (графические, музыкальные, видео) не соответствуют тексту, много орфографических, пунктуационных, стилистических ошибок, наборы числовых данных не проиллюстрированы графиками и диаграммами, информация не представляется актуальной и современной, ключевые слова в тексте не выделены

Критерии оценивания публичного выступления: отказывается от защиты или в выступлении нарушено логическое построение, отсутствуют выводы, не использует профессиональную терминологию, в речи допускает значительном количестве орфоэпические, лексические, грамматические и синтаксические ошибки, не отвечает на вопросы, нарушает этические нормы поведения при защите работы, не соблюдены требования к объёму доклада.

2. Методические рекомендации по написанию эссе

Эссе - это самостоятельная письменная работа на тему, предложенную преподавателем (тема может быть предложена и студентом, но обязательно должна быть согласована с преподавателем). Цель эссе состоит в развитии навыков самостоятельного творческого мышления и письменного изложения собственных мыслей. Писать эссе чрезвычайно полезно, поскольку это позволяет автору научиться четко и грамотно формулировать мысли, структурировать информацию, использовать основные категории анализа, выделять причинно-следственные связи, иллюстрировать понятия соответствующими примерами, аргументировать свои выводы; овладеть научным стилем речи.

Эссе должно содержать: четкое изложение сути поставленной проблемы, включать самостоятельно проведенный анализ этой проблемы с использованием концепций и аналитического инструментария, рассматриваемого в рамках дисциплины, выводы, обобщающие авторскую позицию по поставленной проблеме. В зависимости от специфики дисциплины формы эссе могут значительно дифференцироваться. В некоторых случаях это может быть анализ имеющихся статистических данных по изучаемой проблеме, анализ материалов из средств массовой информации и использованием изучаемых моделей, подробный разбор предложенной задачи с развернутыми мнениями, подбор и детальный анализ примеров, иллюстрирующих проблему и т.д.

Построение эссе

Построение эссе - это ответ на вопрос или раскрытие темы, которое основано на классической системе доказательств.

Структура эссе

1. *Титульный лист* (заполняется по единой форме);
2. *Введение* - суть и обоснование выбора данной темы, состоит из ряда компонентов, связанных логически и стилистически.

На этом этапе очень важно правильно *сформулировать вопрос, на который вы собираетесь найти ответ в ходе своего исследования.*

При работе над Введением могут помочь ответы на следующие вопросы: «Надо ли давать определения терминам, прозвучавшим в теме эссе?», «Почему тема, которую я раскрываю, является важной в настоящий момент?», «Какие понятия будут вовлечены в мои рассуждения по теме?», «Могу ли я разделить тему на несколько более мелких подтем?».

3. *Основная часть* - теоретические основы выбранной проблемы и изложение основного вопроса.

Данная часть предполагает развитие аргументации и анализа, а также обоснование их, исходя из имеющихся данных, других аргументов и позиций по этому вопросу. В этом заключается основное содержание эссе и это представляет собой главную трудность. Поэтому важное значение имеют подзаголовки, на основе которых осуществляется структурирование аргументации; именно здесь необходимо обосновать (логически, используя данные или строгие рассуждения) предлагаемую аргументацию/анализ. Там, где это необходимо, в качестве аналитического инструмента можно использовать графики, диаграммы и таблицы.

В зависимости от поставленного вопроса анализ проводится на основе следующих категорий:

Причина - следствие, общее - особенное, форма - содержание, часть - целое, постоянство - изменчивость.

В процессе построения эссе необходимо помнить, что один параграф должен содержать только одно утверждение и соответствующее доказательство, подкрепленное графическим и иллюстративным материалом. Следовательно, наполняя содержанием разделы аргументацией (соответствующей подзаголовкам), необходимо в пределах параграфа ограничить себя рассмотрением одной главной мысли.

Хорошо проверенный (и для большинства — совершенно необходимый) способ построения любого эссе - использование подзаголовков для обозначения ключевых моментов аргументированного изложения: это помогает посмотреть на то, что предполагается сделать (и ответить на вопрос, хорош ли замысел). Такой подход поможет следовать точно определенной цели в данном исследовании. Эффективное использование подзаголовков - не только обозначение основных пунктов, которые необходимо осветить. Их последовательность может также свидетельствовать о наличии или отсутствии логичности в освещении темы.

4. *Заключение* - обобщения и аргументированные выводы по теме с указанием области ее применения и т.д. Подытоживает эссе или еще раз вносит пояснения, подкрепляет смысл и значение изложенного в основной части. Методы, рекомендуемые для составления заключения: повторение, иллюстрация, цитата, впечатляющее утверждение. Заключение может содержать такой очень важный, дополняющий эссе элемент, как указание на применение (импликацию) исследования, не исключая взаимосвязи с другими проблемами.

Структура аппарата доказательств, необходимых для написания эссе

Доказательство - это совокупность логических приемов обоснования истинности какого-либо суждения с помощью других истинных и связанных с ним суждений. Оно связано с убеждением, но не тождественно ему: аргументация или доказательство должны основываться на данных науки и общественно-исторической практики, убеждения же могут быть основаны на предрассудках, неосведомленности людей в вопросах экономики и политики, видимости доказательности. Другими словами, доказательство или аргументация - это рассуждение, использующее факты, истинные суждения, научные данные и убеждающее нас в истинности того, о чем идет речь.

Структура любого доказательства включает в себя три составляющие: тезис, аргументы и выводы или оценочные суждения.

Тезис - это положение (суждение), которое требуется доказать. *Аргументы* - это категории, которыми пользуются при доказательстве истинности тезиса. *Вывод* - это мнение, основанное на анализе фактов. *Оценочные суждения* - это мнения, основанные на наших убеждениях, верованиях или взглядах. *Аргументы* обычно делятся на следующие группы:

1. *Удостоверенные факты* — фактический материал (или статистические данные).
2. *Определения* в процессе аргументации используются как описание понятий, связанных с тезисом.

3. *Законы* науки и ранее доказанные теоремы тоже могут использоваться как аргументы доказательства.

Требования к фактическим данным и другим источникам

При написании эссе чрезвычайно важно то, как используются эмпирические данные и другие источники (особенно качество чтения). Все (фактические) данные соотносятся с конкретным временем и местом, поэтому прежде, чем их использовать, необходимо убедиться в том, что они соответствуют необходимому для исследований времени и месту. Соответствующая спецификация данных по времени и месту — один из способов, который может предотвратить чрезмерное обобщение, результатом которого может, например, стать

предположение о том, что все страны по некоторым важным аспектам одинаковы (если вы так полагаете, тогда это должно быть доказано, а не быть голословным утверждением).

Всегда можно избежать чрезмерного обобщения, если помнить, что в рамках эссе используемые данные являются иллюстративным материалом, а не заключительным актом, т.е. они подтверждают аргументы и рассуждения и свидетельствуют о том, что автор умеет использовать данные должным образом. Нельзя забывать также, что данные, касающиеся спорных вопросов, всегда подвергаются сомнению. От автора не ждут определенного или окончательного ответа. Необходимо понять сущность фактического материала, связанного с этим вопросом (соответствующие индикаторы? насколько надежны данные для построения таких индикаторов? к какому заключению можно прийти на основании имеющихся данных и индикаторов относительно причин и следствий? и т.д.), и продемонстрировать это в эссе. Нельзя ссылаться на работы, которые автор эссе не читал сам.

Как подготовить и написать эссе?

Качество любого эссе зависит от трех взаимосвязанных составляющих, таких как:

1. Исходный материал, который будет использован (конспекты прочитанной литературы, лекций, записи результатов дискуссий, собственные соображения и накопленный опыт по данной проблеме).

2. Качество обработки имеющегося исходного материала (его организация, аргументация и доводы).

3. Аргументация (насколько точно она соотносится с поднятыми в эссе проблемами).

Процесс написания эссе можно разбить на несколько стадий: обдумывание - планирование - написание - проверка - правка.

Планирование - определение цели, основных идей, источников информации, сроков окончания и представления работы.

Цель должна определять действия.

Идеи, как и цели, могут быть конкретными и общими, более абстрактными. Мысли, чувства, взгляды и представления могут быть выражены в форме аналогий, ассоциации, предположений, рассуждений, суждений, аргументов, доводов и т.д.

Аналогии - выявление идеи и создание представлений, связь элементов значений.

Ассоциации - отражение взаимосвязей предметов и явлений действительности в форме закономерной связи между нервно - психическими явлениями (в ответ на тот или иной словесный стимул выдать «первую пришедшую в голову» реакцию).

Предположения - утверждение, не подтвержденное никакими доказательствами.

Рассуждения - формулировка и доказательство мнений.

Аргументация - ряд связанных между собой суждений, которые высказываются для того, чтобы убедить читателя (слушателя) в верности (истинности) тезиса, точки зрения, позиции.

Суждение - фраза или предложение, для которого имеет смысл вопрос: истинно или ложно?

Доводы - обоснование того, что заключение верно абсолютно или с какой-либо долей вероятности. В качестве доводов используются факты, ссылки на авторитеты, заведомо истинные суждения (законы, аксиомы и т.п.), доказательства (прямые, косвенные, «от противного», «методом исключения») и т.д.

Перечень, который получится в результате перечисления идей, поможет определить, какие из них нуждаются в особенной аргументации.

Источники. Тема эссе подскажет, где искать нужный материал. Обычно пользуются библиотекой, Интернет-ресурсами, словарями, справочниками. Пересмотр означает редактирование текста с ориентацией на качество и эффективность.

Качество текста складывается из четырех основных компонентов: ясности мысли, внятности, грамотности и корректности.

Мысль - это содержание написанного. Необходимо четко и ясно формулировать идеи, которые хотите выразить, в противном случае вам не удастся донести эти идеи и сведения до окружающих.

Внятность - это доступность текста для понимания. Легче всего ее можно достичь, пользуясь логично и последовательно тщательно выбранными словами, фразами и взаимосвязанными абзацами, раскрывающими тему.

Грамотность отражает соблюдение норм грамматики и правописания. Если в чем-то сомневаетесь, загляните в учебник, справьтесь в словаре или руководстве по стилистике или дайте прочесть написанное человеку, чья манера писать вам нравится.

Корректность — это стиль написанного. Стиль определяется жанром, структурой работы, целями, которые ставит перед собой пишущий, читателями, к которым он обращается.

3. Методические рекомендации по написанию реферата статьи

Реферирование представляет собой интеллектуальный творческий процесс, включающий осмысление, аналитико-синтетическое преобразование информации и создание нового документа - реферата, обладающего специфической языково-стилистической формой.

Рефератом статьи (далее - реферат) называется текст, передающий основную информацию подлинника в свернутом виде и составленный в результате ее смысловой переработки².

Основными функциями рефератов являются следующие: информативная, поисковая, индикативная, справочная, сигнальная, адресная, коммуникативная.

Информативная функция. Поскольку реферат является кратким изложением основного содержания первичного документа, главная его задача состоит в том, чтобы передавать фактографическую информацию.

Отсюда информативность является наиболее существенной и отличительной чертой реферата.

Поисковая и справочная функции. Как средство передачи информации реферат нередко заменяет чтение первичного документа. Обращаясь к рефератам, пользователь осуществляет по ним непосредственный поиск информации, причем информации фактографической. В этом проявляется поисковая функция реферата, а также функция справочная, поскольку извлекаемая из реферата информация во многом представляет справочный интерес.

Индикативная функция. Реферат должен характеризовать оригинальный материал не только содержательно, но и описательно. Путем описания обычно даются дополнительные характеристики первичного материала: его вид (книга, статья), наличие в нем иллюстраций и т.д.

Кроме того, в реферате иногда приходится ограничиваться лишь названием или перечислением отдельных вопросов содержания. Это еще одно свойство реферата, которое принято называть индикативностью.

Адресная функция. Точным библиографическим описанием первичного документа одновременно достигается то, что реферат способен выполнять адресную функцию, без чего бессмысленен документальный информационный поиск.

Сигнальная функция. Эта функция реферата проявляется, когда осуществляется оперативное информирование с помощью авторских рефератов о планах выпуска литературы, а также о существовании неопубликованных, в том числе депонированных работ.

Диапазон использования рефератов очень широк. Они применяются как в индивидуальном, так и в коллективном информационном обеспечении, проводимом в интересах научно-исследовательских работ, учебного процесса и т.д. Они же являются средством международного обмена информацией и выполняют научно-коммуникативные функции в интернациональном масштабе.

Являясь наиболее экономным средством ознакомления с первоисточником, реферат должен отразить все существенные моменты последнего и особо выделить основную мысль автора. Многообразные функции реферата в системе научных коммуникаций можно объединить в следующие основные группы: информативные, поисковые, коммуникативные. Поскольку реферат передает в сжатом виде текст первоисточника, он позволяет специалисту либо получить релевантную информацию, либо сделать вывод о том, что обращаться к первоисточнику нет необходимости.

Существует три основных способа изложения информации в реферате.

² Фролова Н. А. Реферирование и аннотирование текстов по специальности (на материале немецкого языка): Учеб. пособие / ВолгГТУ, Волгоград, 2006. - С.5

Экстрагирование - представление информации первоисточника в реферате. Эта методика достаточно проста: референт отмечает предложения, которые затем полностью или с незначительным перефразированием переносятся в реферат-экстракт.

Перефразирование - наиболее распространенный способ реферативного изложения. Здесь имеет место частичное текстуальное совпадение с первоисточником. Перефразирование предполагает не использование значительной части сведений оригинала, а перестройку его смысловой и синтаксической структуры. Перестройка текста достигается за счет таких операций, как замещение (одни фрагменты текста заменяются другими), совмещения (объединяются несколько предложений в одно) и обобщение.

Интерпретация - это способ реферативного изложения, когда содержание первоисточника может раскрываться либо в той же последовательности, либо на основе обобщенного представления о нем. Разновидностью интерпретированных рефератов могут быть авторефераты диссертаций, тезисы докладов научных конференций и совещаний.

Для качественной подготовки реферата необходимо владеть основными приемами анализа и синтеза, знать основные требования, предъявляемые к рефератам, их структурные и функциональные особенности.

Процесс реферирования делится на пять основных этапов:

1. Определение способа охвата первоисточника, который в данном конкретном случае наиболее целесообразен, для реферирования (общее, фрагментное, аспектное и т.д.).
2. Беглое ознакомительное чтение, когда референт решает вопрос о научно-практической значимости и информационной новизне первоисточника. Анализ его вида позволяет осуществить выбор аспектной схемы изложения реферата.
3. Конструирование текста реферата, которое осуществляется с использованием приемов перефразирования, обобщения, абстрагирования и т.д. Очень редко предложения или фрагменты оригинала используются без изменения. Запись полученных в результате синтеза конструкций осуществляется в последовательности, соответствующей разработанной схеме или плану.
4. Критический анализ полученного текста с точки зрения потребителя реферата.
5. Оформление и редактирование, которые являются заключительным этапом подготовки реферата.

Все, что в первом документе не заслуживает внимания потребителя реферата, должно быть опущено. Так, в реферат не включаются:

- общие выводы, не вытекающие из полученных результатов;
- информация, не понятная без обращения к первоисточнику;
- общеизвестные сведения;
- второстепенные детали, избыточные рассуждения;
- исторические справки;
- детальные описания экспериментов и методик;
- сведения о ранее опубликованных документах и т. д.

Приемы составления реферата позволяют обеспечить соблюдение основных методических принципов реферирования: адекватности, информативности, краткости и достоверности.

Хотя реферат по содержанию зависит от первоисточника, он представляет собой новый, самостоятельный документ. Общими требованиями к языку реферата являются точность, краткость, ясность, доступность.

По своим языковым и стилистическим средствам реферат отличается от первоисточника, поскольку референт использует иные термины и строит предложения в соответствии со стилем реферата. Наряду с сообщением могут использоваться перифразы. Вместе с тем в ряде случаев стилистика реферата может совпадать с первоисточником, что особенно характерно для расширенных рефератов.

Изложение реферата должно обеспечивать наибольшую семантическую адекватность, семантическую эквивалентность, краткость и логическую последовательность. Для этого

необходимы определенные лексические и грамматические средства. Адекватность и эквивалентность достигаются за счет правильного употребления терминов, краткость - за счет экономной структуры предложений и использования терминологической лексики.

Быстрое и адекватное восприятие реферата обеспечивается употреблением простых законченных предложений, имеющих правильную грамматическую форму. Громоздкие предложения затрудняют понимание реферата, поэтому сложные предложения, как правило, расчленяются на ряд простых при сохранении логических взаимоотношений между ними путем замены соединительных слов, например, местоимениями.

Широко используются неопределенно-личные предложения без подлежащего. Они концентрируют внимание читающего только на факте, усиливая тем самым информационно-справочную значимость реферата.

Реферату, как одному из жанров научного стиля, присущи те же семантико-структурные особенности, что и научному стилю в целом: объективность, однозначность, логичность изложения, безличная манера повествования, широкое использование научных терминов, абстрактной лексики и т.д. В то же время этот жанр имеет и свою специфику стиля: фактографичность (констатация фактов), обобщенно-отвлеченный характер изложения, предельная краткость, подчеркнутая логичность, стандартизация языкового выражения.

Рефераты делятся на информативные (реферат-конспект), индикативные, указательные (реферат-резюме) и обзорные (реферат-обзор)³. В основу их классификации положена степень аналитико-синтетической переработки источника.

Информативные рефераты включают в себя изложение (в обобщенном виде) всех основных проблем, изложенных в первоисточнике, их аргументацию, основные результаты и выводы, имеющие теоретическую и практическую ценность.

Индикативные рефераты указывают только на основные моменты содержания первоисточника. Их также называют реферативной аннотацией.

Научные рефераты отражают смысловую сторону образно-тематического содержания. В его основе лежат такие мыслительные операции, как обобщение и абстракция.

Реферат-резюме направлен на перечисление основных проблем источника без содержания доказательств.

Реферат, независимо от его типа, имеет единую структуру:

- название реферируемой работы (или выходные данные);
- композиция реферируемой работы;
- главная мысль реферируемого материала;
- изложение содержания;
- выводы автора по реферируемому материалу.

Обычно в самом первоисточнике главная мысль становится ясной лишь после прочтения всего материала, в реферате же с нее начинается изложение содержания, она предшествует всем выводам и доказательствам. Такая последовательность изложения необходима для того, чтобы с самого начала сориентировать читателя относительно основного содержания источника и его перспективной ценности. Выявление главной мысли источника становится весьма ответственным делом референта и требует от него вдумчивого отношения к реферируемому материалу. Иногда эта главная мысль самим автором даже не формулируется, а лишь подразумевается. Референту необходимо суметь сжато ее сформулировать, не внося своих комментариев.

Содержание реферируемого материала излагается в последовательности первоисточника по главам, разделам, параграфам. Обычно дается формулировка вопроса, приводится вывод по этому вопросу и необходимая цепь доказательств в их логической последовательности.

³ Брандес М. П. Немецкий язык. Переводческое реферирование: практикум. М.: КДУ, 2008. - 368с.

Следует иметь в виду, что иногда выводы автора не вполне соответствуют главной мысли первоисточника, так как могут быть продиктованы факторами, выходящими за пределы излагаемого материала. Но в большинстве случаев выводы автора вытекают из главной мысли, выявление которой и помогает их понять.

Перечень типичных смысловых частей информационного реферата и используемых в каждой из них типичных языковых средств представлен в таблице 1.

Таблица 1

Перечень типичных смысловых частей информационного реферата и используемых в каждой из них типичных языковых средств

Смысловые части реферата	Используемые языковые средства
1. Название реферируемой работы (или выходные данные)	- В. Вильсон. Наука государственного управления // Классики теории государственного управления: американская школа. Под ред. ДЖ. Шафритца, А. Хайда. – М. : Изд-во МГУ, 2003. – с. 24-42.; - Статья называется (носит название, озаглавлена)
2. Композиция реферируемой работы	- Статья • состоит из..... • делится на • начинается с..... • кончается (чем?).....; - В статье можно выделить две части.....
3. Проблематика и основные положения работы	- Статья • посвящена теме (проблеме, вопросу) • представляет собой анализ (обзор, описание, обобщение, изложение) - Автор статьи • ставит (рассматривает, освещает, поднимает, затрагивает) следующие вопросы (проблемы) • особо останавливается (на чем?) • показывает значение (чего?) • раскрывает сущность (чего?) • обращает внимание (на что?) • уделяет внимание (чему?) • касается (чего?) - В статье • рассматривается (что?) • анализируется (что?) • делается анализ (обзор, описание, обобщение, изложение) (чего?) • раскрывается, освещается вопрос... • обобщается (что?) • отмечается важность (чего?) • касается (чего?)..... - В статье • показано (что?) • уделено большое внимание (чему?) • выявлено (что?) • уточнено (что?)
4. Аргументация основных положений работы	- Автор • приводит примеры (факты, цифры, данные) • иллюстрирует это положение • подтверждает (доказывает, аргументирует) свою точку зрения примерами (данными)... - в подтверждение своей точки зрения автор приводит доказательства (аргументы, ряд доказательств, примеры, иллюстрации, данные, результаты наблюдений)... - Для доказательств своих положений автор описывает • эксперимент

	• в ходе эксперимента автор привлекал ...
5. Выводы, заключения	• выполненные исследования показывают... • приведенные наблюдения (полученные данные) приводят к выводу (позволяют сделать выводы)... • из сказанного можно сделать вывод, что • анализ результатов свидетельствует ... - На основании проведенных наблюдений (полученных данных, анализ результатов) • был сделан вывод (можно сделать заключение) • автор приводит выводы

Реферат может содержать комментарий референта, только в том случае, если референт является достаточно компетентным в данном вопросе и может вынести квалифицированное суждение о реферируемом материале. В комментарий входят критическая характеристика первоисточника, актуальность освещенных в нем вопросов, суждение об эффективности предложенных решений, указание, на кого рассчитан реферируемый материал.

Комментарий реферата может содержать оценку тех или иных положений, высказываемых автором реферируемой работы. Эта оценка чаще всего выражает согласие или несогласие с точкой зрения автора. Языковые средства, которые используются при этом, рассмотрены в таблице 2.

Таблица 2

Языковые средства, используемых при оценке те положений, высказываемых автором реферируемой работы

Смысловые части комментария	Используемые языковые средства
Смысловые части комментария	- Автор • справедливо указывает • правильно подходит к анализу (оценке) • убедительно доказывает • отстаивает свою точку зрения • критически относится к работам предшественников - Мы • разделяем точку зрения (мнения, оценку) автора • придерживаемся подобного же мнения ... • критически относимся к работам предшественников - Можно согласиться с автором, что - Следует признать достоинства такого подхода к решению
Несогласие (отрицательная оценка)	- Автор • не раскрывает содержания (противоречий, разных точек зрения) ... • противоречит себе (известным фактам) • игнорирует общеизвестные факты • упускает из вида • не критически относится к высказанному положению • не подтверждает сказанное примерами.... - Мы • придерживаемся другой точки зрения (другого, противоположного мнения) • не можем согласиться (с чем?) ... • трудно согласиться с автором (с таким подходом к решению проблемы, вопроса, задачи) • можно выразить сомнение в том, что • дискуссионно (сомнительно, спорно) , что • к недостаткам работы можно отнести

В реферате могут быть использованы цитаты из реферируемой работы. Они всегда ставятся в кавычки. Следует различать три вида цитирования, при этом знаки препинания ставятся, как в предложениях с прямой речью.

1. Цитата стоит после слов составителя реферата. В этом случае после слов составителя реферата ставится двоеточие, а цитата начинается с большой буквы. Например: Автор статьи утверждает: «В нашей стране действительно произошел стремительный рост национального самосознания».

2. Цитата стоит перед словами составителя реферата. В этом случае после цитаты ставится запятая и тире» а слова составителя реферата пишутся с маленькой буквы. Например: «В нашей стране действительно стремительный рост национального самосознания», - утверждает автор статьи.

3. Слова составителя реферата стоят в середине цитаты. В этом случае перед ними и после них ставится точка с запятой. Например: «В нашей стране, - утверждает автор статьи, - действительно стремительный рост национального самосознания».

4. Цитата непосредственно включается в слова составителя реферата. В этом случае (а он является самым распространенным в реферате) цитата начинается с маленькой буквы. Например: Автор статьи утверждает, что «в нашей стране действительно стремительный рост национального самосознания».

4. Методические рекомендации по решению практико-ориентированных заданий

Практико-ориентированные задания - метод анализа ситуаций. Суть его заключается в том, что студентам предлагают осмыслить реальную жизненную ситуацию, описание которой одновременно отражает не только какую-либо практическую проблему, но и актуализирует определенный комплекс знаний, который необходимо усвоить при разрешении данной проблемы. При этом сама проблема не имеет однозначных решений.

Использование метода практико-ориентированного задания как образовательной технологии профессионально-ориентированного обучения представляет собой сложный процесс, плохо поддающийся алгоритмизации⁴. Формально можно выделить следующие этапы:

- ознакомление студентов с текстом;
- анализ практико-ориентированного задания;
- организация обсуждения практико-ориентированного задания, дискуссии, презентации;
- оценивание участников дискуссии;
- подведение итогов дискуссии.

Ознакомление студентов с текстом практико-ориентированного задания и последующий анализ практико-ориентированного задания чаще всего осуществляются за несколько дней до его обсуждения и реализуются как самостоятельная работа студентов; при этом время, отводимое на подготовку, определяется видом практико-ориентированного задания, его объемом и сложностью.

Общая схема работы с практико-ориентированное заданием на данном этапе может быть представлена следующим образом: в первую очередь следует выявить ключевые проблемы практико-ориентированного задания и понять, какие именно из представленных данных важны для решения; войти в ситуационный контекст практико-ориентированного задания, определить, кто его главные действующие лица, отобрать факты и понятия, необходимые для анализа, понять, какие трудности могут возникнуть при решении задачи; следующим этапом является выбор метода исследования.

Знакомство с небольшими практико-ориентированного заданиями и их обсуждение может быть организовано непосредственно на занятиях. Принципиально важным в этом случае является то, чтобы часть теоретического курса, на которой базируется практико-ориентированное задание, была бы прочитана и проработана студентами.

Максимальная польза из работы над практико-ориентированного заданиями будет извлечена в том случае, если аспиранты при предварительном знакомстве с ними будут придерживаться систематического подхода к их анализу, основные шаги которого представлены ниже:

1. Выпишите из соответствующих разделов учебной дисциплины ключевые идеи, для того, чтобы освежить в памяти теоретические концепции и подходы, которые Вам предстоит использовать при анализе практико-ориентированного задания.
2. Бегло прочтите практико-ориентированное задание, чтобы составить о нем общее представление.
3. Внимательно прочтите вопросы к практико-ориентированное задание и убедитесь в том, что Вы хорошо поняли, что Вас просят сделать.
4. Вновь прочтите текст практико-ориентированного задания, внимательно фиксируя все факторы или проблемы, имеющие отношение к поставленным вопросам.
5. Прикиньте, какие идеи и концепции соотносятся с проблемами, которые Вам предлагается рассмотреть при работе с практико-ориентированное заданием.

⁴ Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально -ориентированного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://evolkov.net/case/case.study.html/>

Организация обсуждения практико-ориентированного задания предполагает формулирование перед студентами вопросов, включение их в дискуссию. Вопросы обычно подготавливают заранее и предлагают студентам вместе с текстом практико-ориентированного задания. При разборе учебной ситуации преподаватель может занимать активную или пассивную позицию, иногда он «дирижирует» разбором, а иногда ограничивается подведением итогов дискуссии.

Организация обсуждения практико-ориентированных заданий обычно основывается на двух методах. Первый из них носит название традиционного Гарвардского метода - открытая дискуссия. Альтернативным методом является метод, связанный с индивидуальным или групповым опросом, в ходе которого аспиранты делают формальную устную оценку ситуации и предлагают анализ представленного практико-ориентированного задания, свои решения и рекомендации, т.е. делают презентацию. Этот метод позволяет некоторым студентам минимизировать их учебные усилия, поскольку каждый аспирант опрашивается один-два раза за занятие. Метод развивает у студентов коммуникативные навыки, учит их четко выражать свои мысли. Однако, этот метод менее динамичен, чем Гарвардский метод. В открытой дискуссии организация и контроль участников более сложен.

Дискуссия занимает центральное место в методе. Ее целесообразно использовать в том случае, когда аспиранты обладают значительной степенью зрелости и самостоятельности мышления, умеют аргументировать, доказывать и обосновывать свою точку зрения. Важнейшей характеристикой дискуссии является уровень ее компетентности, который складывается из компетентности ее участников. Неподготовленность студентов к дискуссии делает ее формальной, превращает в процесс вытаскивания ими информации у преподавателя, а не самостоятельное ее добывание.

Особое место в организации дискуссии при обсуждении и анализе практико-ориентированного задания принадлежит использованию метода генерации идей, получившего название «мозговой атаки» или «мозгового штурма».

Метод «мозговой атаки» или «мозгового штурма» был предложен в 30-х годах прошлого столетия А. Осборном как групповой метод решения проблем. К концу XX столетия этот метод приобрел особую популярность в практике управления и обучения не только как самостоятельный метод, но и как использование в процессе деятельности с целью усиления ее продуктивности. В процессе обучения «мозговая атака» выступает в качестве важнейшего средства развития творческой активности студентов. «Мозговая атака» включает в себя три фазы.

Первая фаза представляет собой вхождение в психологическую раскованность, отказ от стереотипности, страха показаться смешным и неудачником; достигается созданием благоприятной психологической обстановки и взаимного доверия, когда идеи теряют авторство, становятся общими. Основная задача этой фазы - успокоиться и расковаться.

Вторая фаза - это собственно атака; задача этой фазы - породить поток, лавину идей. «Мозговая атака» в этой фазе осуществляется по следующим принципам:

- есть идея, - говорю, нет идеи, - не молчу;
- поощряется самое необузданное ассоциирование, чем более дикой покажется идея, тем лучше;
- количество предложенных идей должно быть как можно большим;
- высказанные идеи разрешается заимствовать и как угодно комбинировать, а также видоизменять и улучшать;
- исключается критика, можно высказывать любые мысли без боязни, что их признают плохими, критикующих лишают слова;
- не имеют никакого значения социальные статусы участников; это абсолютная демократия и одновременно авторитаризм сумасшедшей идеи;
- все идеи записываются в протокольный список идей;

- время высказываний - не более 1-2 минут.

Третья фаза представляет собой творческий анализ идей с целью поиска конструктивного решения проблемы по следующим правилам:

- анализировать все идеи без дискриминации какой-либо из них;
- найти место идее в системе и найти систему под идею;
- не умножать сущностей без надобности;
- не должна нарушаться красота и изящество полученного результата;
- должно быть принципиально новое видение;
- ищи «жемчужину в навозе».

В методе мозговая атака применяется при возникновении у группы реальных затруднений в осмыслении ситуации, является средством повышения активности студентов. В этом смысле мозговая атака представляется не как инструмент поиска новых решений, хотя и такая ее роль не исключена, а как своеобразное «подталкивание» к познавательной активности.

Презентация, или представление результатов анализа практико-ориентированного задания, выступает очень важным аспектом метода *case-study*. Умение публично представить интеллектуальный продукт, хорошо его рекламировать, показать его достоинства и возможные направления эффективного использования, а также выстоять под шквалом критики, является очень ценным интегральным качеством современного специалиста. Презентация оттачивает многие глубинные качества личности: волю, убежденность, целенаправленность, достоинство и т.п.; она вырабатывает навыки публичного общения, формирования своего собственного имиджа.

Публичная (устная) презентация предполагает представление решений практико-ориентированного задания группе, она максимально вырабатывает навыки публичной деятельности и участия в дискуссии. Устная презентация обладает свойством кратковременного воздействия на студентов и, поэтому, трудна для восприятия и запоминания. Степень подготовленности выступающего проявляется в спровоцированной им дискуссии: для этого необязательно делать все заявления очевидными и неопровержимыми. Такая подача материала при анализе практико-ориентированного задания может послужить началом дискуссии. При устной презентации необходимо учитывать эмоциональный настрой выступающего: отношение и эмоции говорящего вносят существенный вклад в сообщение. Одним из преимуществ публичной (устной) презентации является ее гибкость. Оратор может откликаться на изменения окружающей обстановки, адаптировать свой стиль и материал, чувствуя настроение аудитории.

Непубличная презентация менее эффективна, но обучающая роль ее весьма велика. Чаще всего непубличная презентация выступает в виде подготовки отчета по выполнению задания, при этом стимулируются такие качества, как умение подготовить текст, точно и аккуратно составить отчет, не допустить ошибки в расчетах и т.д. Подготовка письменного анализа практико-ориентированного задания аналогична подготовке устного, с той разницей, что письменные отчеты-презентации обычно более структурированы и детализированы. Основное правило письменного анализа практико-ориентированного задания заключается в том, чтобы избежать простого повторения информации из текста, информация должна быть представлена в переработанном виде. Самым важным при этом является собственный анализ представленного материала, его соответствующая интерпретация и сделанные предложения. Письменный отчет - презентация может сдаваться по истечении некоторого времени после устной презентации, что позволяет студентам более тщательно проанализировать всю информацию, полученную в ходе дискуссии.

Как письменная, так и устная презентация результатов анализа практико-ориентированного задания может быть групповая и индивидуальная. Отчет может быть индивидуальным или групповым в зависимости от сложности и объема задания.

Индивидуальная презентация формирует ответственность, собранность, волю; групповая - аналитические способности, умение обобщать материал, системно видеть проект.

Оценивание участников дискуссии является важнейшей проблемой обучения посредством метода практико-ориентированного задания. При этом выделяются следующие требования к оцениванию:

- объективность - создание условий, в которых бы максимально точно выявлялись знания обучаемых, предъявление к ним единых требований, справедливое отношение к каждому;
- обоснованность оценок - их аргументация;
- систематичность - важнейший психологический фактор, организующий и дисциплинирующий студентов, формирующий настойчивость и устремленность в достижении цели;
- всесторонность и оптимальность.

Оценивание участников дискуссии предполагает оценивание не столько набора определенных знаний, сколько умения студентов анализировать конкретную ситуацию, принимать решение, логически мыслить.

Следует отметить, что оценивается содержательная активность студента в дискуссии или публичной (устной) презентации, которая включает в себя следующие составляющие:

- выступление, которое характеризует попытку серьезного предварительного
- анализа (правильность предложений, подготовленность,
- аргументированность и т.д.);
- обращение внимания на определенный круг вопросов, которые требуют углубленного обсуждения;
- владение категориальным аппаратом, стремление давать определения, выявлять содержание понятий;
- демонстрация умения логически мыслить, если точки зрения, высказанные раньше, подытоживаются и приводят к логическим выводам;
- предложение альтернатив, которые раньше оставались без внимания;
- предложение определенного плана действий или плана воплощения решения;
- определение существенных элементов, которые должны учитываться при анализе практико-ориентированного задания;
- заметное участие в обработке количественных данных, проведении расчетов;
- подведение итогов обсуждения.

При оценивании анализа практико-ориентированного задания, данного студентами при непубличной (письменной) презентации учитывается:

- формулировка и анализ большинства проблем, имеющих в практико-ориентированное задание;
- формулировка собственных выводов на основании информации о практико-ориентированное задание, которые отличаются от выводов других студентов;
- демонстрация адекватных аналитических методов для обработки информации;
- соответствие приведенных в итоге анализа аргументов ранее выявленным проблемам, сделанным выводам, оценкам и использованным аналитическим методам.

5. Методические рекомендации по составлению тестовых заданий

Требования к составлению тестовых заданий

Тестовое задание (ТЗ) - варьирующаяся по элементам содержания и по трудности единица контрольного материала, сформулированная в утвердительной форме предложения с неизвестным. Подстановка правильного ответа вместо неизвестного компонента превращает задание в истинное высказывание, подстановка неправильного ответа приводит к образованию ложного высказывания, что свидетельствует о незнании студентом данного учебного материала.

Для правильного составления ТЗ необходимо выполнить следующие *требования*:

1. Содержание каждого ТЗ должно охватывать какую-либо одну смысловую единицу, то есть должно оценивать что-то одно.
2. Ориентация ТЗ на получение *однозначного* заключения.
3. Формулировка содержания ТЗ в виде свернутых кратких суждений. Рекомендуемое количество слов в задании не более 15. В тексте не должно быть преднамеренных подсказок и сленга, а также оценочных суждений автора ТЗ. Формулировка ТЗ должна быть в повествовательной форме (не в форме вопроса). По возможности, текст ТЗ не должен содержать сложноподчиненные конструкции, повелительного наклонения («выберите», «вычислите», «укажите» и т.д). Специфический признак (ключевое слово) выносится в начало ТЗ. Не рекомендуется начинать ТЗ с предлога, союза, частицы.
4. Соблюдение единого стиля оформления ТЗ.

Требования к формам ТЗ

ТЗ может быть представлено в одной из четырех стандартизованных форм:

- закрытой (с выбором одного или нескольких заключений);
- открытой;
- на установление правильной последовательности;
- на установление соответствия.

Выбор формы ТЗ зависит от того, какой вид знаний следует проверить. Так, для оценки фактологических знаний (знаний конкретных фактов, названий, имён, дат, понятий) лучше использовать тестовые задания закрытой или открытой формы.

Ассоциативных знаний (знаний о взаимосвязи определений и фактов, авторов и их теорий, сущности и явления, о соотношении между различными предметами, законами, датами) - заданий на установление соответствия. Процессуальных знаний (знаний правильной последовательности различных действий, процессов) - заданий на определение правильной последовательности.

Тестовое задание закрытой формы

Если к заданиям даются готовые ответы на выбор (обычно один правильный и остальные неправильные), то такие задания называются заданиями с выбором одного правильного ответа или с единичным выбором.

При использовании этой формы следует руководствоваться правилом: в каждом задании с выбором одного правильного ответа правильный ответ должен быть.

Помимо этого, бывают задания с выбором нескольких правильных ответов или с множественным выбором. Подобная форма заданий не допускает наличия в общем перечне ответов следующих вариантов: «все ответы верны» или «нет правильного ответа».

Вариантов выбора (дистракторов) должно быть не менее 4 и не более 7. Если дистракторов мало, то возрастает вероятность угадывания правильного ответа, если слишком много, то делает задание громоздким. Кроме того, дистракторы в большом количестве часто бывают неоднородными, и тестируемый сразу исключает их, что также способствует угадыванию.

Дистракторы должны быть приблизительно одной длины. Не допускается наличие повторяющихся фраз (слов) в дистракторах.

Тестовое задание открытой формы

В заданиях открытой формы готовые ответы с выбором не даются. Требуется сформулированное самим тестируемым заключение. Задания открытой формы имеют вид неполного утверждения, в котором отсутствует один или несколько ключевых элементов. В качестве ключевых элементов могут быть: число, буква, слово или словосочетание. При формулировке задания на месте ключевого элемента, необходимо поставить прочерк или многоточие. Утверждение превращается в истинное высказывание, если ответ правильный и в ложное высказывание, если ответ неправильный. Необходимо предусмотреть наличие всех возможных вариантов правильного ответа и отразить их в ключе, поскольку отклонения от эталона (правильного ответа) могут быть зафиксированы проверяющим как неверные.

Тестовые задания на установление правильной последовательности

Такое задание состоит из однородных элементов некоторой группы и четкой формулировки критерия упорядочения этих элементов.

Задание начинается со слова: «Последовательность».

Тестовые задания на установление соответствия

Такое задание состоит из двух групп элементов и четкой формулировки критерия выбора соответствия между ними.

Соответствие устанавливается по принципу 1:1 (одному элементу первой группы соответствует только один элемент второй группы) или 1:М (одному элементу первой группы соответствуют М элементов второй группы). Внутри каждой группы элементы должны быть однородными. Количество элементов второй группы должно превышать количество элементов первой группы. Максимальное количество элементов второй группы должно быть не более 10, первой группы - не менее 2.

Задание начинается со слова: «Соответствие». Номера и буквы используются как идентификаторы (метки) элементов. Арабские цифры являются идентификаторами первой группы, заглавные буквы русского алфавита - второй. Номера и буквы отделяются от содержания столбцов круглой скобкой.

6. Требования к написанию и оформлению доклада

Доклад (или отчёт) – один из видов монологической речи, публичное, развёрнутое, официальное, сообщение по определённому вопросу, основанное на привлечении документальных данных.

Обычно любая научная работа заканчивается докладом на специальном научном семинаре, конференции, где участники собираются, чтобы обсудить научные проблемы. На таких семинарах (конференциях) всегда делается доклад по определённой теме. Доклад содержит все части научного отчёта или статьи. Это ответственный момент для докладчика. Здесь проверяются знание предмета исследования, способности проводить эксперимент и объяснять полученные результаты. С другой стороны, люди собираются, чтобы узнать что-то новое для себя. Они тратят своё время и хотят провести время с пользой и интересом. После выступления докладчика слушатели обязательно задают вопросы по теме выступления, и докладчику необходимо научиться понимать суть различных вопросов. Кроме того, на семинаре задача обсуждается, рассматривается со всех сторон, и бывает, что автор узнаёт о своей работе много нового. Часто возникают интересные идеи и неожиданные направления исследований. Работа становится более содержательной. Следовательно, доклад необходим для развития самой науки и для студентов. В этом состоит главное предназначение доклада.

На студенческом семинаре (конференции) всегда подводится итог, делаются выводы, принимается решение или соответствующее заключение. Преподаватель (жюри) выставляет оценку за выполнение доклада и его предъявление, поскольку в учебном заведении данная форма мероприятия является обучающей. Оценки полезно обсуждать со студентами: это помогает им понять уровень их собственных работ. С лучшими сообщениями, сделанными на семинарах, студенты могут выступать впоследствии на студенческих конференциях. Поэтому каждому студенту необходимо обязательно предварительно готовить доклад и учиться выступать публично.

Непосредственная польза выступления студентов на семинаре (конференции) состоит в следующем.

1. Выступление позволяет осуществлять поиск возможных ошибок в постановке работы, методике исследования, обобщении полученных результатов, их интерпретации. Получается, что студенты помогают друг другу улучшить работу. Что может быть ценнее?
2. Выступление дает возможность учиться излагать содержание работы в короткое время, схватывать суть вопросов и толково объяснять существо. Следовательно, учиться делать доклад полезно для работы в любой области знаний.
3. На семинаре (конференции) докладчику принято задавать вопросы. Студентам следует знать, что в научной среде не принято осуждать коллег за заданные в процессе обсуждения вопросы. Однако вопросы должны быть заданы по существу проблемы, исключать переход на личностные отношения. Публичное выступление позволяет студентам учиться корректно, лаконично и по существу отвечать на вопросы, демонстрировать свои знания.

Требования к подготовке доклада

Доклад может иметь форму публичной лекции, а может содержать в себе основные тезисы более крупной работы (например, реферата, курсовой, дипломной работы, научной статьи). Обычно от доклада требуется, чтобы он был:

- точен в части фактического материала и содержал обоснованные выводы;
- составлен с учетом точки зрения адресата;

- посвящен проблемам, непосредственно относящимся к определенной теме;
- разделен на части, логично построенные;
- достаточно обширен, чтобы исчерпать заявленную тему доклада, но не настолько, чтобы утомлять адресата;
- интересно написан и легко читался (слушался);
- понятен, нагляден и привлекателен по оформлению.

Как правило, доклад содержит две части: текст и иллюстрации. Представление рисунков, таблиц, графиков должно быть сделано с помощью компьютера. Компьютер - идеальный помощник при подготовке выступления на семинаре (конференции). Каждая из частей доклада важна. Хорошо подготовленному тексту всегда сопутствует хорошая презентация. Если докладчик не нашёл времени хорошо подготовить текст, то у него плохо подготовлены и иллюстрации. Это неписаное правило.

Доклад строится по определённой схеме. Только хорошая система изложения даёт возможность логично, взаимосвязано, кратко и убедительно изложить результат. Обычно участники конференции знают, что должно прозвучать в каждой части выступления. В мире ежегодно проходят тысячи семинаров, сотни различных конференций, технология создания докладов совершенствуется. Главное - говорить о природе явления, о процессах, проблемах и причинах Вашего способа их решения, аргументировать каждый Ваш шаг к цели.

На следующие вопросы докладчику полезно ответить самому себе при подготовке выступления, заблаговременно (хуже, если подобные вопросы возникнут у слушателей в процессе доклада). Естественно, отвечать целесообразно честно...

1. Какова цель выступления?

Или: «Я, автор доклада, хочу...»:

- информировать слушателей о чем-то;
- объяснить слушателям что-то;
- обсудить что-то (проблему, решение, ситуацию и т.п.) со слушателями;
- спросить у слушателей совета;
- сделать себе PR;
- пожаловаться слушателям на что-то (на жизнь, ситуацию в стране и т.п.).

Т.е. ради чего, собственно, затевается выступление? Если внятного ответа на Вопрос нет, то стоит задуматься, нужно ли такое выступление?

2. Какова аудитория?

На кого рассчитано выступление:

- на студентов;
- на клиента (-ов);
- на коллег-профессионалов;
- на конкурентов;
- на присутствующую в аудитории подругу (друзей)?

3. Каков объект выступления?

О чем собственно доклад, что является его «ядром»:

- одна модель;
- серия моделей;
- динамика изменения модели (-ей);
- условия применения моделей;
- законченная методика;
- типовые ошибки;
- прогнозы;
- обзор, сравнительный анализ;
- постановка проблемы, гипотеза;
- иное?

Естественно, качественный доклад может касаться нескольких пунктов из приведенного списка...

4. Какова актуальность доклада?

Или: почему сегодня нужно говорить именно об этом?

5. В чем заключается новизна темы?

Или: если заменить многоумные и иноязычные термины в тексте доклада на обычные слова, то не станет ли содержание доклада банальностью?

Ссылается ли автор на своих предшественников? Проводит ли сравнение с существующими аналогами?

Стоит заметить, что новизна и актуальность - разные вещи. Новизна характеризует насколько ново содержание выступления по сравнению с существующими аналогами. Актуальность - насколько оно сейчас нужно. Бесспорно, самый выигрышный вариант - и ново, и актуально. Неплохо, если актуально, но не ново. Например, давняя проблема, но так никем и не решенная. Терпимо, если не актуально, но ново - как прогноз. Пример: сделанный Д.И. Менделеевым в XIX веке прогноз, что в будущем дома будут не только обогревать, но и охлаждать (кондиционеров тогда и вправду не знали).

Но если и не ново и не актуально, то нужно ли кому-то такое выступление?

6. Разработан ли автором план (структура и логика) выступления?

Есть ли логичная последовательность авторской мысли? Или же автор планирует свой доклад в стиле: «чего-нибудь наболтаю, а наглядный материал и вопросы слушателей как-нибудь помогут вытянуть выступление...?»

Есть ли выводы с четкой фиксацией главного и нового? Как они подводят итог выступлению?

7. Наглядная иллюстрация материалов

Нужна ли она вообще, и если да, то, что в ней будет содержаться? Отражает ли она логику выступления?

Иллюстрирует ли сложные места доклада?

Важно помнить: иллюстративный материал не должен полностью дублировать текст доклада. Слушатель должен иметь возможность записывать: примеры, дополнения, подробности, свои мысли... А для этого необходимо задействовать как можно больше видов памяти. Гигантской практикой образования доказано: материал усваивается лучше, если зрительная и слуховая память подкрепляются моторной. Т.е. надо дать возможность слушателям записывать, а не только пассивно впитывать материал.

Следует учитывать и отрицательный момент раздаточных материалов: точное повторение рассказа докладчика. Или иначе: если на руках слушателей (в мультимедийной презентации) есть полный письменный текст, зачем им нужен докладчик? К слову сказать, часто красивые слайды не столько иллюстрируют материал, сколько прикрывают бедность содержания...

8. Корректные ссылки

Уже много веков в научной среде считается хорошим тоном указание ссылок на первоисточники, а не утаивание их.

9. Что останется у слушателей:

- раздаточный или наглядный материал: какой и сколько?
- собственные записи: какие и сколько? И что сделано автором по ходу доклада для того, чтобы записи слушателей не исказили авторский смысл?
- в головах слушателей: какие понятия, модели, свойства и условия применения были переданы слушателям?

Требования к составлению доклада

Полезно придерживаться следующей схемы составления доклада на семинаре (конференции).

Время Вашего доклада ограничено, обычно на него отводится 5-7 минут. За это время докладчик может успеть зачитать в темпе обычной разговорной речи текст объёмом не более 3-5-и листов формата А4. После доклада - вопросы слушателей и ответы докладчика (до 3 минут). Полное время Вашего выступления - не более 10-и минут.

Сначала должно прозвучать название работы и фамилии авторов. Обычно название доклада и авторов произносит руководитель семинара (председатель конференции). Он представляет доклад, но допустим и такой вариант, при котором докладчик сам произносит название работы и имена участников исследования. Потраченное время - примерно 30 с.

Следует знать, что название - это краткая формулировка цели. Поэтому название должно быть конкретным и ясно указывать, на что направлены усилия автора. Если в названии менее 10-и слов - это хороший тон. Если больше - рекомендуется сократить. Так советуют многие международные журналы. В выступлении можно пояснить название работы другими словами. Возможно, слушатели лучше Вас поймут, если Вы скажете, какое явление исследуется, что измеряется, что создаётся, разрабатывается или рассчитывается. Максимально ясно покажите, что именно Вас интересует.

Введение (до 1 мин)

В этой части необходимо обосновать необходимость проведения исследования и его актуальность. Другими словами, Вы должны доказать, что доклад достоин того, чтобы его слушали. Объясните, почему важно исследовать данное явление. Расскажите, чем интересен выбранный объект с точки зрения науки, заинтересуйте своих слушателей темой Вашего исследования.

Скажите, кто и где решал подобную задачу. Укажите сильные и слабые стороны известных результатов. Учитывайте то, что студенту необходимо учиться работать с литературой, анализировать известные факты. Назовите источники информации, Ваших предшественников по имени, отчеству и фамилии и кратко, какие ими были получены результаты. Обоснуйте достоинство Вашего способа исследования в сравнении с известными результатами. Учтите, что студенческое исследование может быть и познавательного характера, то есть можно исследовать известный науке факт. Поясните, чем он интересен с Вашей точки зрения. Ещё раз сформулируйте цель работы и покажите, какие задачи необходимо решить, чтобы достигнуть цели. Что нужно сделать, создать, решить, вычислить? Делите целое на части - так будет понятнее и проще.

Методика исследования (до 30 сек.)

Методика, или способ исследования, должна быть обоснована. Поясните, покажите преимущества и возможности выбранной Вами методики при проведении экспериментального исследования.

Теоретическая часть (до 1 мин)

Эта часть обязательна в докладе. Редкий случай, когда можно обойтись без теоретического обоснования предстоящей работы, ведь экспериментальное исследование должно базироваться на теории. Здесь необходимо показать сегодняшний уровень Вашего понимания проблемы и на основании теории попытаться сформулировать постановку задачи. Покажите только основные соотношения и обязательно дайте комментарий. Скажите, что основная часть теории находится в содержании работы (реферате).

Экспериментальная часть (для работ экспериментального типа) (1,5-2 мин.)

Покажите и объясните суть проведённого Вами эксперимента. Остановитесь только на главном, основном. Второстепенное оставьте для вопросов.

Результаты работы (до 1 мин.)

1. Перечислите основные, наиболее важные, на Ваш взгляд, результаты работы.
2. Расскажите, как он был получен, укажите его характерные особенности.
3. Поясните, что Вы считаете самым важным и почему.
4. Следует ли продолжать исследование, и, если да, то в каком направлении?
5. Каким результатом можно было бы гордиться? Остановитесь на нём подробно.
6. Скажите, что следует из представленной вами информации.
7. Покажите, удалось ли разобраться в вопросах, сформулированных при постановке задачи. Обязательно скажите, достигнута ли цель работы. Закончено ли исследование?
8. Какие перспективы?
9. Покажите, что результат Вам нравится.

Выводы (до 1 мин.)

Сжато и чётко сформулируйте выводы. Покажите, что твёрдо установлено в результате проведённого теоретического или экспериментального исследования. Что удалось надёжно выяснить? Какие факты заслуживают доверия?

Завершение доклада

Поблагодарите всех за внимание. Помните: если Вы закончили свой доклад на 15 секунд раньше, все останутся довольны и будут ждать начала вопросов и дискуссию. Если Вы просите дополнительно ещё 3 минуты, Вас смогут потерпеть. Это время могут отнять от времени для вопросов, где Вы могли бы показать себя с хорошей стороны. Поэтому есть смысл предварительно хорошо "вычитать" (почти выучить) доклад. Это лучший способ научиться управлять временем.

Требования к предъявлению доклада во время выступления

Докладчику следует знать следующие приёмы, обеспечивающие эффективность восприятия устного публичного сообщения.

Приемы привлечения внимания

1. Продуманный первый слайд презентации.
2. Обращение.
3. Контакт глаз.
4. Позитивная мимика.
5. Уверенная пантомимика и интонация.
6. Выбор места.

Приемы привлечения интереса

В формулировку актуальности включить информацию о том, в чём может быть личный интерес слушателей, в какой ситуации они могут его использовать?

Приемы поддержания интереса и активной мыслительной деятельности слушателей

1. Презентация (образы, схемы, диаграммы, логика, динамика, юмор, оформление).
2. Соответствующая невербальная коммуникация (все составляющие!!!).
3. Речь логичная, понятная, средний темп, интонационная выразительность.
4. Разговорный стиль.
5. Личностная вовлеченность.
6. Образные примеры.
7. Обращение к личному опыту.
8. Юмор.
9. Цитаты.
10. Временное соответствие.

Приемы завершения выхода из контакта

- обобщение;

- метафора, цитата;
- побуждение к действию.

7. Методические указания по подготовке к опросу

Самостоятельная работа обучающихся включает подготовку к устному или письменному опросу на семинарских занятиях. Для этого обучающийся изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

Письменный опрос

В соответствии с технологической картой письменный опрос является одной из форм текущего контроля успеваемости студента по данной дисциплине. При подготовке к письменному опросу студент должен внимательно изучать лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

При изучении материала студент должен убедиться, что хорошо понимает основную терминологию темы, умеет ее использовать в нужном контексте. Желательно составить краткий конспект ответа на предполагаемые вопросы письменной работы, чтобы убедиться в том, что студент владеет материалом и может аргументировано, логично и грамотно письменно изложить ответ на вопрос. Следует обратить особое внимание на написание профессиональных терминов, чтобы избежать грамматических ошибок в работе. При изучении новой для студента терминологии рекомендуется изготовить карточки, которые содержат новый термин и его расшифровку, что значительно облегчит работу над материалом.

Устный опрос

Целью устного собеседования являются обобщение и закрепление изученного курса. Студентам предлагаются для освещения сквозные концептуальные проблемы. При подготовке следует использовать лекционный материал и учебную литературу. Для более глубокого постижения курса и более основательной подготовки рекомендуется ознакомиться с указанной дополнительной литературой. Готовясь к семинару, студент должен, прежде всего, ознакомиться с общим планом семинарского занятия. Следует внимательно прочесть свой конспект лекции по изучаемой теме и рекомендуемую к теме семинара литературу. С незнакомыми терминами и понятиями следует ознакомиться в предлагаемой глоссарии, словаре или энциклопедии ⁵.

Критерии качества устного ответа.

1. Правильность ответа по содержанию.
2. Полнота и глубина ответа.
3. Сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала).
4. Логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться профессиональной терминологией).
5. Рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели).
6. Своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе).
7. Использование дополнительного материала (приветствуется, но не обязательно для всех студентов).

⁵ Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://lesgaft.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii_dlya_studentov_21.pdf

8. Рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей студентов)⁶.

Ответ на каждый вопрос из плана семинарского занятия должен быть содержательным и аргументированным. Для этого следует использовать документы, монографическую, учебную и справочную литературу.

Для успешной подготовки к устному опросу, студент должен законспектировать рекомендуемую литературу, внимательно осмыслить лекционный материал и сделать выводы. В среднем, подготовка к устному опросу по одному семинарскому занятию занимает от 2 до 4 часов в зависимости от сложности темы и особенностей организации обучающимся своей самостоятельной работы.

⁶Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]:
http://priab.ru/images/metod_agro/Metod_Inostran_yazyk_35.03.04_Agro_15.01.2016.pdf

8. Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям

На практических занятиях необходимо стремиться к самостоятельному решению задач, находя для этого более эффективные методы. При этом студентам надо приучить себя доводить решения задач до конечного «идеального» ответа. Это очень важно для будущих специалистов. Практические занятия вырабатывают навыки самостоятельной творческой работы, развивают мыслительные способности.

Практическое занятие – активная форма учебного процесса, дополняющая теоретический курс или лекционную часть учебной дисциплины и призванная помочь обучающимся освоиться в «пространстве» (тематике) дисциплины, самостоятельно прооперировать теоретическими знаниями на конкретном учебном материале.

Продолжительность одного практического занятия – от 2 до 4 академических часов. Общая доля практических занятий в учебном времени на дисциплину – от 10 до 20 процентов (при условии, что все активные формы займут в учебном времени на дисциплину от 40 до 60 процентов).

Для практического занятия в качестве темы выбирается обычно такая учебная задача, которая предполагает не существенные эвристические и аналитические напряжения и продвижения, а потребность обучающегося «потрогать» материал, опознать в конкретном то общее, о чем говорилось в лекции. Например, при рассмотрении вопросов оплаты труда, мотивации труда и проблем безработицы в России имеет смысл провести практические занятия со следующими сюжетами заданий: «Расчет заработной платы работников предприятия». «Разработка механизма мотивации труда на предприятии N». «В чем причины и особенности безработицы в России?». Последняя тема предполагает уже некоторую аналитическую составляющую. Основная задача первой из этих тем - самим посчитать заработную плату для различных групп работников на примере заданных параметров для конкретного предприятия, т. е. сделать расчеты «как на практике»; второй – дать собственный вариант мотивационной политики для предприятия, учитывая особенности данного объекта, отрасли и т.д.; третьей – опираясь на теоретические знания в области проблем занятости и безработицы, а также статистические материалы, сделать авторские выводы о видах безработицы, характерных для России, и их причинах, а также предложить меры по минимизации безработицы.

Перед проведением занятия должен быть подготовлен специальный материал – тот объект, которым обучающиеся станут оперировать, активизируя свои теоретические (общие) знания и тем самым, приобретая навыки выработки уверенных суждений и осуществления конкретных действий.

Дополнительный материал для практического занятия лучше получить у преподавателя заранее, чтобы у студентов была возможность просмотреть его и подготовить вопросы.

Условия должны быть такими, чтобы каждый мог работать самостоятельно от начала до конца. В аудитории должны быть «под рукой» необходимые справочники и тексты законов и нормативных актов по тематике занятия. Чтобы сделать практическое занятие максимально эффективным, надо заранее подготовить и изучить материал по наиболее интересным и практически важным темам.

Особенности практического занятия с использованием компьютера

Для того чтобы повысить эффективность проведения практического занятия, может использоваться компьютер по следующим направлениям:

- поиск информации в Интернете по поставленной проблеме: в этом случае преподаватель представляет обучающимся перечень рекомендуемых для посещения Интернет-сайтов;
- использование прикладных обучающих программ;
- выполнение заданий с использованием обучающимися заранее установленных преподавателем программ;

- использование программного обеспечения при проведении занятий, связанных с моделированием социально-экономических процессов.

9. Методические рекомендации по подготовке семинарским занятиям

Семинар представляет собой комплексную форму и завершающее звено в изучении определенных тем, предусмотренных программой учебной дисциплины. Комплексность данной формы занятий определяется тем, что в ходе её проведения сочетаются выступления обучающихся и преподавателя: рассмотрение обсуждаемой проблемы и анализ различных, часто дискуссионных позиций; обсуждение мнений обучающихся и разъяснение (консультация) преподавателя; углубленное изучение теории и приобретение навыков умения ее использовать в практической работе.

По своему назначению семинар, в процессе которого обсуждается та или иная научная проблема, способствует:

- углубленному изучению определенного раздела учебной дисциплины, закреплению знаний;
- отработке методологии и методических приемов познания;
- выработке аналитических способностей, умения обобщения и формулирования выводов;
- приобретению навыков использования научных знаний в практической деятельности;
- выработке умения кратко, аргументированно и ясно излагать обсуждаемые вопросы;
- осуществлению контроля преподавателя за ходом обучения.

Семинары представляет собой дискуссию в пределах обсуждаемой темы (проблемы). Дискуссия помогает участникам семинара приобрести более совершенные знания, проникнуть в суть изучаемых проблем. Выработать методологию, овладеть методами анализа социально-экономических процессов. Обсуждение должно носить творческий характер с четкой и убедительной аргументацией.

По своей структуре семинар начинается со вступительного слова преподавателя, в котором кратко излагаются место и значение обсуждаемой темы (проблемы) в данной дисциплине, напоминаются порядок и направления ее обсуждения. Конкретизируется ранее известный обучающимся план проведения занятия. После этого начинается процесс обсуждения вопросов обучающимися. Завершается занятие заключительным словом преподавателя.

Проведение семинарских занятий в рамках учебной группы (20 - 25 человек) позволяет обеспечить активное участие в обсуждении проблемы всех присутствующих.

По ходу обсуждения темы помните, что изучение теории должно быть связано с определением (выработкой) средств, путей применения теоретических положений в практической деятельности, например, при выполнении функций государственного служащего. В то же время важно не свести обсуждение научной проблемы только к пересказу случаев из практики работы, к критике имеющих место недостатков. Дискуссии имеют важное значение: учат дисциплине ума, умению выступать по существу, мыслить логически, выделяя главное, критически оценивать выступления участников семинара.

В процессе проведения семинара обучающиеся могут использовать разнообразные по своей форме и характеру пособия (от доски смелом до самых современных технических средств), демонстрируя фактический, в том числе статистический материал, убедительно подтверждающий теоретические выводы и положения. В завершение обсудите результаты работы семинара и сделайте выводы, что хорошо усвоено, а над чем следует дополнительно поработать.

В целях эффективности семинарских занятий необходима обстоятельная подготовка к их проведению. В начале семестра (учебного года) возьмите в библиотеке необходимые методические материалы для своевременной подготовки к семинарам. Во время лекций, связанных с темой семинарского занятия, следует обращать внимание на то, что необходимо дополнительно изучить при подготовке к семинару (новые официальные документы, статьи в периодических журналах, вновь вышедшие монографии и т.д.).

10. Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов

Экзамен - одна из важнейших частей учебного процесса, имеющая огромное значение.

Во-первых, готовясь к экзамену, студент приводит в систему знания, полученные на лекциях, семинарах, практических и лабораторных занятиях, разбирается в том, что осталось непонятным, и тогда изучаемая им дисциплина может быть воспринята в полном объеме с присущей ей строгостью и логичностью, ее практической направленностью. А это чрезвычайно важно для будущего специалиста.

Во-вторых, каждый хочет быть волевым и сообразительным., выдержанным и целеустремленным, иметь хорошую память, научиться быстро находить наиболее рациональное решение в трудных ситуациях. Очевидно, что все эти качества не только украшают человека, но и делают его наиболее действенным членом коллектива. Подготовка и сдача экзамена помогают студенту глубже усвоить изучаемые дисциплины, приобрести навыки и качества, необходимые хорошему специалисту.

Конечно, успех на экзамене во многом обусловлен тем, насколько систематически и глубоко работал студент в течение семестра. Совершенно очевидно, что серьезно продумать и усвоить содержание изучаемых дисциплин за несколько дней подготовки к экзамену просто невозможно даже для очень способного студента. И, кроме того, хорошо известно, что быстро выученные на память разделы учебной дисциплины так же быстро забываются после сдачи экзамена.

При подготовке к экзамену студенты не только повторяют и дорабатывают материал дисциплины, которую они изучали в течение семестра, они обобщают полученные знания, осмысливают методологию предмета, его систему, выделяют в нем основное и главное, воспроизводят общую картину с тем, чтобы яснее понять связь между отдельными элементами дисциплины. Вся эта обобщающая работа проходит в условиях напряжения воли и сознания, при значительном отвлечении от повседневной жизни, т. е. в условиях, благоприятствующих пониманию и запоминанию.

Подготовка к экзаменам состоит в приведении в порядок своих знаний. Даже самые способные студенты не в состоянии в короткий период зачетно-экзаменационной сессии усвоить материал целого семестра, если они над ним не работали в свое время. Для тех, кто мало занимался в семестре, экзамены принесут мало пользы: что быстро пройдено, то быстро и забудется. И хотя в некоторых случаях студент может «проскочить» через экзаменационный барьер, в его подготовке останется серьезный пробел, трудно восполняемый впоследствии.

Определив назначение и роль экзаменов в процессе обучения, попытаемся на этой основе пояснить, как лучше готовиться к ним.

Экзаменам, как правило, предшествует защита курсовых работ (проектов) и сдача зачетов. К экзаменам допускаются только студенты, защитившие все курсовые работы (проекты) и сдавшие все зачеты. В вузе сдача зачетов организована так, что при систематической работе в течение семестра, своевременной и успешной сдаче всех текущих работ, предусмотренных графиком учебного процесса, большая часть зачетов не вызывает повышенной трудности у студента. Студенты, работавшие в семестре по плану, подходят к экзаменационной сессии без напряжения, без излишней затраты сил в последнюю, «зачетную» неделю.

Подготовку к экзамену следует начинать с первого дня изучения дисциплины. Как правило, на лекциях подчеркиваются наиболее важные и трудные вопросы или разделы дисциплины, требующие внимательного изучения и обдумывания. Нужно эти вопросы выделить и обязательно постараться разобраться в них, не дожидаясь экзамена, проработать их, готовясь к семинарам, практическим или лабораторным занятиям, попробовать самостоятельно решить несколько типовых задач. И если, несмотря на это, часть материала

осталась неувоенной, ни в коем случае нельзя успокаиваться, надеясь на то, что это не попадется на экзамене. Факты говорят об обратном; если те или другие вопросы учебной дисциплины не вошли в экзаменационный билет, преподаватель может их задать (и часто задает) в виде дополнительных вопросов.

Точно такое же отношение должно быть выработано к вопросам и задачам, перечисленным в программе учебной дисциплины, выдаваемой студентам в начале семестра. Обычно эти же вопросы и аналогичные задачи содержатся в экзаменационных билетах. Не следует оставлять без внимания ни одного раздела дисциплины: если не удалось в чем-то разобраться самому, нужно обратиться к товарищам; если и это не помогло выяснить какой-либо вопрос до конца, нужно обязательно задать этот вопрос преподавателю на предэкзаменационной консультации. Чрезвычайно важно приучить себя к умению самостоятельно мыслить, учиться думать, понимать суть дела. Очень полезно после проработки каждого раздела восстановить в памяти содержание изученного материала, кратко записав это на листе бумаги, создать карту памяти (умственную карту), изобразить необходимые схемы и чертежи (логико-графические схемы), например, отобразить последовательность вывода теоремы или формулы. Если этого не сделать, то большая часть материала останется не понятой, а лишь формально заученной, и при первом же вопросе экзаменатора студент убедится в том, насколько поверхностно он усвоил материал.

В период экзаменационной сессии происходит резкое изменение режима работы, отсутствует посещение занятий по расписанию. При всяком изменении режима работы очень важно скорее приспособиться к новым условиям. Поэтому нужно сразу выбрать такой режим работы, который сохранился бы в течение всей сессии, т. е. почти на месяц. Необходимо составить для себя новый распорядок дня, чередуя занятия с отдыхом. Для того чтобы сократить потерю времени на включение в работу, рабочие периоды целесообразно делать длительными, разделив день примерно на три части: с утра до обеда, с обеда до ужина и от ужина до сна.

Каждый рабочий период дня надо заканчивать отдыхом. Наилучший отдых в период экзаменационной сессии - прогулка, кратковременная пробежка или какой-либо неустойчивый физический труд.

При подготовке к экзаменам основное направление дают программа учебной дисциплины и студенческий конспект, которые указывают, что наиболее важно знать и уметь делать. Основной материал должен прорабатываться по учебнику (если такой имеется) и учебным пособиям, так как конспекта далеко недостаточно для изучения дисциплины, Учебник должен быть изучен в течение семестра, а перед экзаменом сосредоточьте внимание на основных, наиболее сложных разделах. Подготовку по каждому разделу следует заканчивать восстановлением по памяти его краткого содержания в логической последовательности.

За один - два дня до экзамена назначается консультация. Если ее правильно использовать, она принесет большую пользу. Во время консультации студент имеет полную возможность получить ответ на нее и ясные ему вопросы. А для этого он должен проработать до консультации все темы дисциплины. Кроме того, преподаватель будет отвечать на вопросы других студентов, что будет для вас повторением и закреплением знаний. И еще очень важное обстоятельство: преподаватель на консультации, как правило, обращает внимание на те вопросы, по которым на предыдущих экзаменах ответы были неудовлетворительными, а также фиксирует внимание на наиболее трудных темах дисциплины. Некоторые студенты не приходят на консультации либо потому, что считают, что у них нет вопросов к преподавателю, либо полагают, что у них и так мало времени и лучше самому прочитать материал в конспекте или в учебнике. Это глубокое заблуждение. Никакая другая работа не сможет принести столь значительного эффекта накануне экзамена, как консультация преподавателя.

Но консультация не может возместить отсутствия длительной работы в течение семестра и помочь за несколько часов освоить материал, требующийся к экзамену. На консультации студент получает ответы на трудные или оставшиеся неясными вопросы и,

следовательно, дорабатывается материал. Консультации рекомендуется посещать, подготовив к ним все вопросы, вызывающие сомнения. Если студент придет на консультацию, не проработав всего материала, польза от такой консультации будет невелика.

Очень важным условием для правильного режима работы в период экзаменационной сессии является нормальный сон. Подготовка к экзамену не должна идти в ущерб сну, иначе в день экзамена не будет чувства свежести и бодрости, необходимых для хороших ответов. Вечер накануне экзамена рекомендуем закончить небольшой прогулкой.

Итак, *основные советы* для подготовки к сдаче зачетов и экзаменов состоят в следующем:

- лучшая подготовка к зачетам и экзаменам - равномерная работа в течение всего семестра;
- используйте программы учебных дисциплин - это организует вашу подготовку к зачетам и экзаменам;
- учитывайте, что для полноценного изучения учебной дисциплины необходимо время;
- составляйте планы работы во времени;
- работайте равномерно и ритмично;
- курсовые работы (проекты) желательно защищать за одну - две недели до начала зачетно-экзаменационной сессии;
- все зачеты необходимо сдавать до начала экзаменационной сессии;
- помните, что конспект не заменяет учебник и учебные пособия, а помогает выбрать из него основные вопросы и ответы;
- при подготовке наибольшее внимание и время уделяйте трудным и непонятным вопросам учебной дисциплины;
- грамотно используйте консультации;
- соблюдайте правильный режим труда и отдыха во время сессии, это сохранит работоспособность и даст хорошие результаты;
- учитесь владеть собой на зачете и экзамене;
- учитесь точно и кратко передавать свои мысли, поясняя их, если нужно, логико-графическими схемами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методические указания по выполнению самостоятельной работы обучающихся являются неотъемлемой частью процесса обучения в вузе. Правильная организация самостоятельной работы позволяет обучающимся развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, способствует формированию навыков совершенствования профессионального мастерства. Также внеаудиторное время включает в себя подготовку к аудиторным занятиям и изучение отдельных тем, расширяющих и углубляющих представления обучающихся по разделам изучаемой дисциплины.

Таким образом, обучающийся используя методические указания может в достаточном объеме усвоить и успешно реализовать конкретные знания, умения, навыки и получить опыт при выполнении следующих условий:

- 1) систематическая самостоятельная работа по закреплению полученных знаний и навыков;
- 2) добросовестное выполнение заданий;
- 3) выяснение и уточнение отдельных предпосылок, умозаключений и выводов, содержащихся в учебном курсе;
- 4) сопоставление точек зрения различных авторов по затрагиваемым в учебном курсе проблемам; выявление неточностей и некорректного изложения материала в периодической и специальной литературе;
- 5) периодическое ознакомление с последними теоретическими и практическими достижениями;
- 6) проведение собственных научных и практических исследований по одной или нескольким актуальным проблемам;
- 7) подготовка научных статей для опубликования в периодической печати, выступление на научно-практических конференциях, участие в работе студенческих научных обществ, круглых столах и диспутах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брандес М. П. Немецкий язык. Переводческое реферирование: практикум. М.: КДУ, 2008. – 368 с.
2. Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально - ориентированного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://evolkov.net/case/case.study.html/>
3. Методические рекомендации по написанию реферата. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.hse.spb.ru/edu/recommendations/method-referat-2005.phtml>
4. Фролова Н. А. Реферирование и аннотирование текстов по специальности (на материале немецкого языка): Учеб. пособие / ВолгГТУ, Волгоград, 2006. - С.5.
5. Методические рекомендации по написанию



МИНОБРНАУКИ РФ

ФГБОУ ВО

«Уральский государственный горный университет»

ДЕКОРАТИВНО-ПРИКЛАДНОЕ ИСКУССТВО

**Методическое пособие по самостоятельной работе
по дисциплине «Декоративно-прикладное искусство»**

Екатеринбург, 2020

ДЕКОРАТИВНО-ПРИКЛАДНОЕ ИСКУССТВО (см. декор, декоративность; искусство; прикладное искусство) — вид художественной деятельности, границы которой определяются не предметом, а спецификой творческого метода. Термин "декоративно-прикладное искусство" является собирательным (на это указывает дефис), условно объединяющим два различных рода искусства: декоративное и прикладное. Поэтому традиционные подходы к определению специфики декоративно-прикладного искусства, исходя из особенностей предмета деятельности художника, терпели неудачу (см. морфология изобразительного искусства). Декоративное творчество основывается на стремлении художника связать разнородные формы (архитектурные, скульптурные, живописные, графические) в целостный ансамбль. Работа художника-прикладника состоит в ином — в приведении к единству утилитарной и художественной функции бытового предмета (мебели, посуды, одежды). Иначе говоря, декоративное творчество концептуально, прикладное — предметно. Поэтому их соединение неоднородно. Не случайно исследователи пытались всячески обойти столь неудачное, неловкое название. Предлагались иные: "искусство бытовой вещи" (Д. Е. Аркин), "производственное искусство" (Б. И. Арватов), "преобразительное искусство" (А. Б. Салтыков), "прикладное искусство" (М. С. Каган), "искусство предметного мира" (Н. В. Воронов). Ни одно из этих названий не прижилось, потому что термин "декоративно-прикладное искусство", действительно противоречивый, освящен историей. До эпохи Возрождения отдельного "декоративно-прикладного" искусства не существовало. Специализация мастеров в области ремесел была и ранее, но функционально, только с XVI—XVII вв., в связи с отделением живописи и скульптуры от архитектуры и превращением их в станковое искусство — картину в раме и статую, не связанных с архитектурной средой, появилась область профессиональной деятельности, для которой и было найдено специальное название. До этого, в античности и в Средневековье, искусство было целостным — одновременно изобразительным, декоративным и прикладным. Древние греки под искусством понимали любую хорошо выполненную, искусную работу, ремесло, не разделяя понятия материальной и художественной деятельности, и обозначали ее одним словом "techne". А. Ф. Лосев писал, что Гомер "не знает ни скульптуры, ни живописи" как самостоятельных видов искусства, но подробно описывает "разного рода художественные изделия... Изобразительное искусство у Гомера вполне тождественно с ремеслом, и нет никакой возможности провести здесь определенную границу между тем и другим"¹. В знаменитом описании золотого щита Ахилла в "Илиаде", будто бы выкованного самим богом Гефестом, на нескольких страницах показывается целый мир всевозможных сцен и сюжетов, чудесным образом уместившихся на одном изделии². Предполагается, что в основе этой поэтической фантазии — действительно существовавшие огромные щиты, закрывавшие воина с головы до ног в микенскую эпоху. В древних германских языках слово "kraft" — "мастерство, умение, искусство" — означало также: "сила, мощь". В представлении древних народов первыми мастерами — кузнецами, ткачами, гончарами — были сами боги. Выражение "не боги горшки обжигают" появилось позднее и отражает изменившееся отношение к ремеслу. У древних норманнов ремесленники возводились в ранг полубогов и приравнивались к жрецам. В Индии слово "shilpa" (санск.) означало: "умение, искусство, ремесло, здание, статуя, рисунок, украшение". Простой глиняный кувшин, в котором носили воду из колодца, и изваяние, которому поклонялись, были для индийцев в равной степени "шилпа". Все произведения древности органично соединяли материальную и духовную, утилитарную, эстетическую и художественную ценность (см. синкретизм). Эта особенность сохранена в традиционном искусстве Востока — Индии, Китае, Японии. Вот почему так странно, неисторично звучат определения вроде: "прикладное искусство Древнего Египта", "декоративное искусство Древней Греции", "декоративно-прикладное искусство Японии", "декоративное искусство Византии"... В этих случаях нужны иные названия, отражающие другие критерии классификации. Историческое формирование области профессиональной деятельности, которую мы ныне

именуем "декоративно-прикладным" искусством, можно проследить на множестве примеров. Все художественные изделия, так или иначе, восходят к четырем основным типам утилитарных конструкций: укрытия, орудия труда, емкости, оружие³. Они возникают из первой необходимости. Затем, по мере развития технологии — совершенствования материалов и приемов их обработки — эти вещи становятся совершеннее: прочнее, устойчивее. Так, с изобретением гончарного круга появилась возможность делать сосуды симметричной формы с гладкой поверхностью, а технология обжига глиняных изделий или выплавки металлов рождала новые формы. Они оценивались эстетически положительно, как приятные, радующие взор. Оставалось сделать еще один шаг — выразить через прекрасную, гармоничную форму более широкий круг представлений, идей, чем те, которые обуславливаются непосредственно утилитарной функцией и конструкцией изделия. По определению А. Б. Салтыкова — "сопутствующие предмету чувства, представления, настроения"⁴. В петербургском Эрмитаже хранится замечательное произведение античного искусства: "Кумская гидрия", или "Царица ваз". Она создана в IV в. до н. э. и найдена близ г. Кумы, греческой колонии в Италии (рис. 335). Эта ваза представляет собой гидрию, сосуд для воды, особенностью которого являются три ручки: две расположены горизонтально по бокам, а третья — вертикальная, как у кувшина (не видна на фотографии). Пользуясь двумя ручками, удобно наполнять сосуды водой — греческие девушки ходили с ними по горным тропкам к источнику. Наполненные сосуды несли на голове — такие изображения можно видеть на расписных вазах. Третья ручка служила для того, чтобы, наклоня гидрию, разливать из нее воду в мелкие сосуды и чаши — идеальный пример "античного дизайна"! Но даже при первом взгляде на это произведение возникает сомнение в возможности его утилитарного использования. Высота гидрии — 65,6 см. Более полуметра! Попробуйте поднять такой сосуд, предварительно наполнив его водой. А как же девушки, носившие гидрии с водой на голове? Понятно, что мастер задумывал свое произведение иначе. Это именно "Царица ваз", и ее утилитарная функция символична. Никто и не думал наливать в нее воду, хотя форма и конструкция этого предмета не претерпели никаких изменений в сравнении с аналогичными сосудами меньшего размера, которые использовали в быту. Произведения прикладного искусства бифункциональны — утилитарная функция сосуда, "действующего" как емкость, так или иначе взаимодействует с художественной — образом предмета, соединяющего в себе черты многих подобных вещей. Но в данном случае утилитарная функция разрешается опосредованно, символически, через ассоциации. Этому способствует и декор — расцвеченные рельефы, изображающие божества Элевсинских мистерий. Художественная ценность "Кумской гидрии" состоит не в гармонии функции, формы и декора, а в символическом преображении формы сосуда, которая начинает напоминать фигуру тех самых гречанок, которые, ходили за водой с гидриями меньших размеров. В подобном преображении смысла изначально утилитарных изделий кроется важная историческая закономерность. Археологов долгое время удивляли странные находки — античные керамические сосуды без дна, похожие на трубки. Их объясняли производственным браком, потом — "учебными моделями". Но вероятнее всего, это пример той же самой закономерности. В центре Петербурга, в Летнем саду, у входа с южной стороны, на гранитном пьедестале высится порфировая ваза (рис. 336). Она подарена в 1839 г. императору Николаю I шведским королем Карлом Иоанном XIV. Огромный монолит из эльфдальского порфира похож на античные амфоры, только не имеет ручек. Зрительная связь очевидна: это, безусловно, ваза, но не емкость. Аналогичную декоративную функцию выполняют гранитные вазы, сделанные в Швеции, установленные в 1832 г. на Адмиралтейской набережной (рис. 337). Если мы перейдем через Летний сад к его знаменитой северной ограде, созданной по проекту Ю. М. Фельтена (1770—1784) (см. екатерининский классицизм), то в рисунке железных ворот мы опять увидим вазы, а гранитные колонны увенчаны изысканного силуэта урнами (рис. 338). У древних этрусков в Италии, а затем у римлян урнами называли небольшие

сосуды с крышками, в которых хранился прах умерших предков. Понятно, что ни о чем подобном в Летнем саду говорить не приходится. Содержание изменилось, но формы остались. Это одна из основных закономерностей исторического развития искусства — его содержательная сторона, обусловленная конкретными обстоятельствами жизненного уклада, прагматическими соображениями, социальными факторами, неизбежно предается забвению, но прекрасные формы остаются (см. античные сосуды; реализм; содержание и форма в искусстве). Идеальная форма переживает функцию и оказывается способной, почти без изменений, вмещать новое содержание. Эта закономерность сформулирована Й. В. Гёте: "Все искусства начинаются с необходимого, затем следует красота и потом излишество"⁵. Еще точнее, спустя столетие, написал русский философ В. С. Соловьев: "Красота — есть переставшая действовать полезность, или воспоминание о прежней пользе, то, что было полезно для предков, становится украшением для потомков"⁶. Последовательное преобразование утилитарности и конструктивности в эстетические качества формы, а затем — в художественный образ раскрывает исторический смысл декоративно-прикладного искусства и одновременно является конкретной, индивидуальной историей каждого вида изделий. Такая тенденция в искусстве проявляется достаточно рано. Так, например, знаменитая "Ваза Франсуа" (древнегреческий кратер, ок. 560 г. до н. э.) отчетливо демонстрирует преобразование утилитарности в символически-образную форму (см. также Канозы). Красочные расписные блюда итальянской майолики эпохи Возрождения вначале были простыми тарелками для пищи. Но декорированные "картинной" росписью, они уже в XV—XVI вв. превратились в особую ценность, свидетельствовали о благополучии, престиже и художественных амбициях владельца, с гордостью демонстрировавшего их не как бытовые предметы, а вертикально, на специальных полках и в шкафах-поставках. Именно так они показаны на картинах живописцев того времени. "Картинный" способ компоновки декора, игнорирующий форму круглой тарелки или сосуда, не препятствует качеству декоративности, поскольку связь изображения со средой не утрачивается, но понимается шире — со всем пространством дома, бытом, нравами и настроениями людей. В ренессансной Италии изготавливали "свадебные блюда" с изображением невесты и бандеролью — лентой с ее именем. Жених приходил в керамическую мастерскую, где были заготовлены серийные тарелки с несколькими вариантами изображений "типовых" красавиц. Заказчик выбирал похожий портрет, и оставалось только вписать имя невесты в заранее приготовленное место на ленте, вкомпонованной в изображение. Такое блюдо уже невозможно использовать как емкость. Положить или налить в него что-либо как в простую тарелку было бы, по крайней мере, нефункционально (хотя известен обычай поднесения на блюде подарков невесте). Другой пример: паломничьи фляги, которые в Средневековье изготавливали из тыквы, кожи либо металла и подвешивали к седлу всадника или поясу паломника, направлявшегося в Святые места. В эпоху Возрождения их стали делать из майолики и украшать красочной сюжетной росписью. Но они были такого большого размера, что ни о каком подвешивании к поясу не могло идти и речи, хотя по традиции на таких флягах делали небольшие ушки кольцеобразной формы. Эти предметы стали декоративными. Тканые ковры — шпалеры — вначале служили подвижными перегородками в интерьерах зданий. Они развешивались в аркадах нефов средневековых соборов, а в рыцарских замках утепляли холодные каменные стены. Затем техника ткачества подсказала идею использовать переплетение цветных нитей для создания картин. Украшенные сложными сюжетными изображениями, настенные ковры превращались в картины, и уже ради них создавали дворцовые помещения с размерами стен по формату шпалеры, вставленной в раму (см. гобелен). Все известные типы ювелирных изделий когда-то были простыми креплениями — заколками, застежками, пуговицами (см. аграф; клипсы; фибула; фалер). Сохранив почти без изменений форму и конструкцию и отчасти функцию, эти изделия исторически обрели новый художественный смысл и составили отдельный вид искусства. Кортик морского офицера

в давние времена был грозным оружием ближнего боя, поэтому он стал символом отчаянной храбрости и постепенно превратился в атрибут, знак офицерского достоинства. Подобные примеры можно приводить до бесконечности. Все вещи, окружающие человека, в своей исторической эволюции рано или поздно становятся предметами прикладного искусства, которые так же неумолимо преобразуются в декоративные произведения, символически выражающие историю своей прежней жизни посредством объема, рисунка, цвета. Именно в этом смысле знаток русской керамики А. Б. Салтыков назвал "самое близкое" искусство "преобразительным". Так же, имея в виду историческую закономерность преобразования утилитарности в декоративность, правильнее было бы говорить не "декоративно-прикладное", а "прикладно-декоративное" искусство. В жизни людей XX века эта закономерность проявлялась еще стремительней. В 1966 г. художник Б. А. Смирнов создал композицию "Праздничный стол": на большом столе из простых досок расставлены изделия разноцветного стекла, невероятные по форме и неясные по функции. Все вместе они создавали яркий, праздничный образ застолья. К этому же роду предметов относились чайники и стеклянные самовары с запаянными носиками; подарочные кубки — стеклянные стаканы без дна художника Ю. М. Бякова (1969), которые критика (вероятно, не подозревая об их античных прототипах) назвала проявлением формализма и "кризисом искусства"². Появление подобных "антивещей" — предметов, только изображающих утилитарные вещи, но таковыми не являющихся, — свидетельствовало, что художник стремится уйти из области прикладного искусства в декоративное творчество, создавая уникальные произведения, граничащие со станковым искусством. В 1976 г. художник-керамист М. А. Копылков показал на выставке композицию "Розовое платье и осеннее пальто" — монолиты из шамота, абсурдно висевшие на вешалках в застекленной витрине. Границы предмета деятельности художника оказываются размытыми. Иначе можно сказать, что предметом этой деятельности являются все мыслимые объекты: от деталей женского туалета до дизайна космических ракет (сравн. предметное творчество). С одной стороны "предметного поля" находятся нехудожественные утилитарные предметы, с другой — произведения "чистого" станкового искусства, находящиеся в музейных залах и не имеющие никакой иной ценности, кроме художественной. Внутри — множество разнообразных жанров изделий, в той или иной мере совмещающих утилитарную и художественную функции. С этим полем граничат также традиционные народные промыслы и художественные ремесла, отличные от "ученого прикладничества", и сфера дизайна — проектирования изделий промышленного производства. Внутреннее предметное поле изделий декоративно-прикладного искусства можно делить по родам (функциональной структуре), видам (объемно-пространственной структуре), типам (технологии изготовления) и разновидностям (преимущественному способу формообразования) (рис. 339). В обыденной жизни мы, однако, поступаем проще и вместо столь сложной структуры подразделяем изделия декоративно-прикладного искусства на группы по признаку материала: керамика, стекло, ткани, дерево, металл. В этом случае имеет место некоторая вульгаризация за счет неосознанной метонимии (переименования) — мы называем материал, а имеем в виду художественные изделия: художественную керамику, художественный текстиль, художественный металл... Еще одна сложность состоит в том, что в композиции изделия декоративно-прикладного искусства соединяются способы, средства и приемы формообразования, присущие другим видам изобразительного искусства: архитектурный, скульптурный, графический, живописный. Причем использование этих способов не всегда соответствует разделению: форма и декор. Форма сосуда может строиться подобно архитектурному сооружению (поэтому столь часты сравнения тектоники вазы и архитектурного ордера), но может приобретать скульптурный или пластический характер, ее силуэт может быть графичным либо живописным. Декор, в свою очередь, — скульптурным, живописным или графическим (либо соединяющим все формы), но он также приобретает качества архитектурности благодаря взаимосвязи с

конструкцией предмета. Таким образом, специфика декоративно-прикладного искусства состоит не в предмете, а в творческом методе, объединяющем все стороны художественной и ремесленной деятельности. В этом методе интегрируются способы формообразования, присущие в отдельности архитектуре, скульптуре, графике, живописи на основе всеобъемлющего принципа декоративности — органичной связи каждого элемента композиции с окружающей средой: предмета с пространством, объема с декором, изображения с форматом, рельефа с цветом и фактурой поверхности... Эта всепроникающая декоративность разрешается посредством абстрагирования, стилизации и геометризации.

Основные виды декоративно-прикладного искусства

- **Батик**
 - Холодный батик
 - Горячий батик
- **Гобелен**
- **Нитяная графика**
- **Художественная резьба**
 - Резьба по камню
 - Резьба по дереву
 - Резьба по кости
- **Керамика**
- **Вышивка**
 - Древнерусское лицевое шитье
- **Вязание**
 - Вязание крючком
 - Вязание спицами
- **Макраме**
- **Ковроделние**
 - Ворсовый ковёр
 - Безворсовый ковёр
- **Ювелирное искусство**
- **Художественное вырезание из бумаги**
- **Художественная обработка кожи**
- **Художественная обработка металла**
 - Христианская оловянная миниатюра
 - Художественная ковка
 - Художественное литье из благородных металлов, бронзы и латуни
 - Художественное литье из чугуна
- **Пирография** (выжигание по дереву, коже, ткани и т. д.)
- **Работа со стеклом**
 - Витраж
 - Витражная роспись
 - Мозаика
- **Набойка**
- **Бисероплетение**

Декоративно-прикладное искусство

(от лат. *decoro* — украшаю) — раздел декоративного искусства (область пластических искусств): создание художественных изделий, имеющих утилитарное назначение.

Произведения декоративно-прикладного искусства отвечают нескольким требованиям: обладают эстетическим качеством; рассчитаны на художественный эффект; служат для оформления быта и интерьера. Такими произведениями являются: одежда, плательные и декоративные ткани, ковры, мебель, художественное стекло, фарфор, фаянс, ювелирные и другие художественные изделия. В научной литературе со второй половины 19 века утвердилась классификация отраслей декоративно-прикладного искусства по материалу (металл, керамика, текстиль, дерево) или по технике выполнения (резьба, роспись, вышивка, набойка, литьё, чеканка, интарсия и т.д.). Эта классификация обусловлена важной ролью конструктивно-технологического начала в декоративно-прикладном искусстве и его непосредственной связью с производством. Понятие «декоративно-прикладное искусство» достаточно широкое и многогранное. Это и уникальное крестьянское искусство, уходящее своими корнями в толщу веков; и его современные «последователи» — традиционные художественные промыслы, связанные общим понятием — народное искусство; и классика — памятники мирового декоративного искусства, пользующиеся всеобщим признанием и сохраняющие значение высокого образца; и современное декоративно-прикладное искусство в широком диапазоне его проявлений: от малых, камерных форм до значительных, масштабных, от единичных предметов до многопредметных ансамблей, вступающих в синтез с другими предметами, архитектурно-пространственной средой, иными видами пластических искусств.

История развития

Декоративно-прикладное искусство существовало уже на ранней стадии развития человеческого общества и на протяжении многих веков являлось важнейшей, а для ряда племён и народностей основной областью художественного творчества. Древнейшим произведениям декоративно-прикладного искусства свойственны исключительная содержательность образов, внимание к эстетике материала, к рациональному построению формы, подчёркнутой декором. В традиционном народном творчестве эта тенденция удержалась вплоть до наших дней.

С началом классового расслоения общества всё большее значение приобретает интерес к богатству материала и декора, к их редкости и изысканности. Выделяются изделия, служащие целям представительности (предметы для культовых ритуалов или придворных церемоний, для убранства домов знати), в которых ради повышения их эмоционального звучания мастера нередко жертвуют бытовой целесообразностью построения формы.

Основные виды декоративно-прикладного искусства

Бáтик — ручная роспись по ткани с использованием резервирующих составов.

На ткань — шёлк, хлопок, шерсть, синтетику — наносится соответствующая ткани краска. Для получения чётких границ на стыке красок используется специальный закрепитель, называемый резерв (резервирующий состав, на основе парафина, бензина, на водной основе — в зависимости от выбранной техники, ткани и красок).

Роспись батик издавна известна у народов Индонезии, Индии и др. В Европе — с XX века.

Происхождение

Батик — batik — индонезийское слово. В переводе с индонезийского слово «ba» — означает хлопчатобумажная ткань, а «-tik» — «точка» или «капля». Ambatik — рисовать, покрывать каплями, штриховать. Техника батик основана на том, что парафин, резиновый клей, а также некоторые другие смолы и лаки, будучи нанесенными на ткань, не пропускают через себя краску — или, как говорят художники, «резервируют» от окраски отдельные участки ткани.

Технология

Существует несколько видов батика — горячий, холодный, узелковый, свободная роспись. Они отличаются способом резервирования ткани.

Горячий батик

В качестве резерва в горячем батике используется воск. Воск наносится с помощью специального инструмента, называемого чантингом. Места, покрытые воском, не поглощают краску, а также ограничивают её распространение. Горячий батик называется горячим потому, что воск используется в «горячем» расплавленном виде. Этот способ используется в основном для раскрашивания хлопчатобумажной ткани. По завершении работы воск с поверхности ткани удаляется. Эффект росписи достигается благодаря послойному нанесению краски.

Холодный батик

Холодный батик в большей мере используется при нанесении краски на шёлк, хотя возможно использовать и другие ткани. При этом роль резерва выполняет специальный материал. Его можно приготовить в домашних условиях, но есть и готовые резервы. Он представляет собой густую массу резинового происхождения. Существуют как цветные, так и бесцветные резервы. Холодный резерв наносится либо специальными инструментами — стеклянными трубочками с резервуаром, либо используется резервы в тубиках, которые оснащены удлинённым носиком.

Свободная роспись

Техника свободной росписи получила значительное распространение, так как она выявляет своеобразие почерка каждого художника и индивидуальную неповторимость произведений, свойственную ручному труду. Свободная роспись по тканям из натурального шёлка и синтетических волокон производится в основном анилиновыми красителями (иногда с различными загустками), а также масляными красками со специальными растворителями. Особенно интересные результаты получаются от сочетания свободной росписи с контурной наводкой и отделкой резервирующим составом.

Свободная роспись с применением солевого раствора

Сущность этого способа состоит в следующем: натянутую на раму ткань, в зависимости от характера рисунка, либо пропитывают водным раствором поваренной соли и после высыхания расписывают, либо роспись ведут красками из основных красителей, в которые введён раствор поваренной соли. Все это ограничивает растекаемость краски по ткани, даёт возможность выполнять рисунки свободными мазками, варьируя форму и

степень насыщенности цветом. Свободную роспись красками с введением в них солевого раствора можно сочетать с обычной росписью холодным батиком. Для этого некоторые части рисунка выполняют свободной росписью с доработкой графическим рисунком, а фоновые перекрытия производят на участках, ограниченных резервирующим составом.

Техника шибори

«Шибори» — так называемый складной батик. Результат достигается также путем перевязывания и окрашивания, но более предсказуем, так как ткань складывается определенным образом. Эта техника имеет японские корни, а там соответственно не обходится без оригами (складывания, но не бумаги, а самой ткани).

Гобелен

(фр. gobelin) — один из видов декоративно-прикладного искусства, стенной безворсовый ковёр с сюжетной или орнаментной композицией, вытканый вручную перекрёстным переплетением нитей. Гобелены ткются из цветных шёлковых и/или шерстяных нитей отдельными частями, которые затем сшиваются между собой (часто отдельные цветовые пятна).

В Брокгаузе и Ефроне гобелен определяется как «тканый ковёр ручной работы, на котором разноцветной шерстью и отчасти шёлком воспроизведена картина и нарочно приготовленный картон более или менее известного художника».

Другие названия

Слово «гобелен» возникло во Франции в XVII веке, когда там открылась королевская мануфактура братьев Гобеленов (продукцию мануфактуры стали называть гобеленами). Родоначальник этого семейства, красильщик Жиль Гоббелен, прибыв в царствование французского короля Франциска I из Реймса в Париж, основал в предместье этого города Сен-Марсель на ручье Бьерв (Bierre) красильню для шерсти. Его наследники в XVI веке продолжали содержать это заведение и прибавили к нему ковровую ткацкую вроде тех, какими славилась тогда Фландрия. По представлению великого Кольбера, Людовик XIV купил красильню и ткацкую в казну, наделил их статутом, богатыми материальными средствами и новым зданием и создал, таким образом, «Королевскую гобеленовскую мануфактуру», произведения которой, вследствие своей дороговизны, шли почти исключительно на убранство королевских дворцов и на подарки, и лишь в редких случаях поступали в продажу. Несмотря на значительность расходов, требовавшихся на содержание мануфактуры и не вознаграждавшихся никаким доходом, она продолжала существовать при всех сменявшихся с тех пор правительствах Франции и существует до настоящего времени, как художественное учреждение, составляющее гордость этой страны.

Первоначально гобелены, тканые безворсовые ковры, назывались шпалерами. Арраци или arras (по названию города Арраса, где в XIV веке производились яркие шпалеры с использованием золотой и серебряной нити)

Вердюра (слово возникло в XVI веке, образовано от фр. Verdure — зелень, трава, листва. Первоначально так называли изображения животных и птиц на фоне природы, но вскоре это название закрепилось за самими произведениями.

В XX веке появились новые названия: текстильное панно, таписсерия.

Гобелён (фр. *gobelin*), или **шпалера**, — один из видов декоративно-прикладного искусства, стенной односторонний безворсовый ковёр с сюжетной или орнаментальной композицией, вытканый вручную перекрёстным переплетением нитей. Ткач пропускает уточную нить через основу, создавая одновременно и изображение, и саму ткань. В Энциклопедическом словаре Брокгауза и Ефрона гобелен определяется как «тканый ковёр ручной работы, на котором разноцветной шерстью и отчасти шёлком воспроизведена картина и нарочно приготовленный картон более или менее известного художника».

Шпалеры выполнялись из шерсти, шёлка, иногда в них вводились золотые или серебряные нити. В настоящее время для изготовления ковров вручную используются самые разнообразные материалы: отдаётся предпочтение нитям из синтетических и искусственных волокон, в меньшей степени применяются натуральные материалы. Техника ручного ткачества трудоёмка, один мастер может выполнить в год около 1—1,5 м² (в зависимости от плотности) шпалеры, поэтому эти изделия доступны только состоятельным заказчикам. И в настоящее время гобелен (шпалера) ручной работы продолжает оставаться дорогостоящим произведением.

Со средних веков и вплоть до XIX века практиковался выпуск шпалер циклами (ансамблями), в которые объединялись изделия, связанные одной темой. Такой набор шпалер предназначался для украшения помещения в едином стиле. Количество шпалер в ансамбле зависело от размеров помещений, в которых предполагалось размещать их. В таком же стиле, как шпалеры для стен, выполнялись пологи, занавеси, наволочки подушек, также составлявшие комплект.

Этимология терминов

В разные времена и в разных странах для определения тканого ковра использовались различные термины. В греческом и латинском языках слова «тапес» (др.-греч. *τάπης*) и «тапетум» (лат. *tapetum*) соответственно означали как ковёр, так и покрывало, скатерть. Они впоследствии стали основой в разных языках для обозначения произведений шпалерного ткачества.

По названию города Арраса, где в XIV веке процветало производство ярких шпалер с использованием золотой и серебряной нитей, такие ковры в Европе получили наименование **арраци**, **ареци** или **аррас** (исп. *drap de raz*, англ. *arras*), а в Италии любые безворсовые ковры называются «ареци», «аррас» и в настоящее время.

В XVI веке возникло слово **вердюра** (от фр. *verdure* — зелень, трава, листва). Первоначально так называли изображения животных и птиц на фоне природы, но вскоре это наименование закрепилось за самими произведениями шпалерного ткачества, происходящими из Ауденарде, центра производства вердюр с XVII века.

Слово «**гобелен**» возникло во Франции в XVII веке, когда там открылась королевская мануфактура братьев Гобеленов. Продукция мануфактуры была очень популярна, и в некоторых странах гобеленом называлось всё, что выполнялось в технике шпалерного ткачества. По мнению специалистов, термином «гобелен» следует обозначать лишь произведения мануфактуры Гобеленов, все же прочие — называть шпалерами. В настоящее время французским термином *tapisserie* (англ. *tapestry*, нем. *Bildteppich*) обозначается весь художественный текстиль. В России в научной литературе принят термин «шпалера», тогда как в широком обиходе чаще используется слово «гобелен». Так же называют и современные авторские ковры. В русский язык слово «шпалера» пришло в XVIII веке из польского (польск. *szpalera*, *szpaler*), немецкого (нем. *Spallier*) или

итальянского (итал. *Spaliera*) языков. Изначально так назывались прямые ряды подстриженных садовых деревьев или кустарников или деревянные решётки для поддержки стволов или ветвей деревьев. В русском языке одновременно применяются два термина: «шпалера» и «гобелен», обозначавшие любое тканое произведение, в том числе обивку для мебели. Позднее так же стало называться и полотно, выполненное на машине (гобеленовая ткань).

История

Египет

Принцип шпалерного ткачества был знаком ещё древним египтянам. В гробнице Тутмоса IV (ок. 1483—1411 гг. до н. э.) была найдена льняная пелена с рисунком из скарабеев и лотосов, а в гробнице Тутанхамона (ок. 1323 г. до н. э.) — платье и перчатки, выполненные в технике шпалеры.

Лишь по отзывам древних авторов известно о высоком искусстве создателей вавилонских и ассирийских ковров. По предположениям некоторых исследователей, древние египтяне переняли навыки шпалерного ткачества от народов, населявших Месопотамию. Так как нет данных о массовом производстве в Египте подобных изделий до IV века, возможно, что до этого времени шпалерным ткачеством занимались выходцы из других земель.

Расцветом искусства шпалеры в Египте считается период с IV по VII век. В тканях коптов соединились традиции Древнего Египта и эпохи эллинизма. До наших дней дошли не целые изделия, а небольшие по размеру двухсторонние панно-вставки, выполненные шерстяной нитью по льняной основе и отличающиеся изящным тонким рисунком. Композиции вплетались также непосредственно в ткань. Источником сюжетов для коптских тканей были античные мифы, распространены были изображения фруктов, цветов, животных, орнаментальные композиции. Позднее появились христианские сюжеты. Возможно, что коптские ткачи пользовались для создания своих произведений готовыми образцами, внося в каждое изделие некоторые изменения. Некоторые коптские ткани выполнены в махровой технике, когда уточная нить оплетает петлёй нити основы и вытягивается, причём петли обычно не разрезались. Коптские махровые узлы используются современными художниками по текстилю. Известны также ткани «букле»: уток не натягивался и свободно повисал петлёй между нитями основы, для фиксации петли прокидки уточной нити прошивались.

Древняя Греция и Древний Рим

Шпалерное ткачество было известно и в Древней Греции. Свидетельство этому — поэма Гомера «Одиссея» (ок. VIII в. до н. э.). Жена Одиссея Пенелопа ткёт для своего свёкра Лаэрта саван, который, как видно на одном из вазописных рисунков, представляет собой не что иное, как узорчатую ткань, выполненную методом плотняного переплетения. Покровительницей ткачества считалась богиня Афина.

Римский поэт Овидий в пятой книге «Метаморфоз» упоминает ткацкие станки, на которых работают во время своего мифологического соревнования Афина Паллада и Арахна, а также подробно описывает сюжеты, которые были вытканы ими. Латинские термины ковроткачества имеют древнегреческое происхождение, поэтому считается, что римляне познакомились со шпалерой в Греции.

Доколумбова Америка

В Америке самые ранние изделия, созданные по принципу шпалерного ткачества из шерсти и хлопка жителями древнего Перу, датируются 2500 г. до н. э. Перуанские изделия — кайма для украшения костюма, иногда она полностью покрывала одежду. Так декорировались унки, подобия пончо. Сохранились также фрагменты настенных ковров. Плотность переплетения образцов, обнаруженных археологами, достигает 200 нитей утка на 1 см основы, энциклопедия «Британника» указывает диапазон плотности перуанских тканых изделий от 60 до 100 нитей утка на квадратный сантиметр. В VI—VII веках техника шпалерного ткачества сложилась окончательно. Наибольшее количество образцов, обнаруженных археологами в прибрежных захоронениях, датируется VIII—XII веками. Саваны, найденные в 1927 году в так называемых «Паракас-некрополях», сохранились благодаря засушливому климату этого района. По предположению археолога Хулио Тельо, в некрополях располагались гробницы представителей знати и священнослужителей. Покрывала из «Паракас-некрополей», размером около 2,5 м на 1 м, выполнены из шерсти в 5—6 цветов. За много веков краски не потеряли своей яркости, а само полотно осталось эластичным. Несомненно, что покрывала создавались специально для погребения. Стилизованные изображения людей и животных на них, возможно, имели ритуальное значение.

Согласно сообщениям испанцев, относящимся уже к периоду колонизации, а также рисункам на древней перуанской керамике, ткачеством занимались женщины. Для работы использовались примитивные ткацкие станки, однако искусство мастериц было чрезвычайно высоко. Предпочтение отдавалось композициям, построенным на цветовых контрастах, особенно это характерно для тканых изделий империи Инков XIII—XVI веков.

До наших дней в народном ткачестве Перу сохранились традиционные для этой местности мифологические мотивы с зооморфными и антропоморфными фигурами и геометрические орнаменты. Растительные орнаменты, как и много веков назад, встречаются чрезвычайно редко. Для окраски нитей используются красители только природного происхождения, поэтому изделия отличаются гармонично уравновешенным колоритом.

Дальний Восток

В Китае шёлковые изделия, выполненные в технике шпалерного ткачества, кэсы, известны с эпохи Хань. По данным «Британники», самые ранние образцы кэсы датируются эпохой династии Тан. Так как для кэсы использовались только шёлковые нити (основа — шёлк-сырец, уток — цветные нити), они были очень тонкими и эластичными, на один сантиметр тканого панно приходилось до 116 уточных нитей. Для китайского шпалерного ткачества характерны сложные пейзажные или растительные композиции в утончённой цветовой гамме. В этой технике создавались не только панно, но и одежда¹. Смена цвета нитей при ткачестве кэсы происходила без сцепления прокидок утка между собой: на границах цветов получались вертикальные просветы, так называемые реле, отсюда и происходит название изделий (кэсы — «резаный шёлк»). Китайский шёлк стал известен в Японии к началу III века, а в период Нара в этой стране уже выпускались местные шпалерные ткани. Энциклопедия «Британника» указывает, что тканые изделия, подобные китайским (*tsuzure-nishiki*, полихромная шпалера), появились в Японии в период Муромати. Они отличались от кэсы рельефной поверхностью, так как для утка использовалась хлопковая нить, обвитая либо шёлком, либо нитью из драгоценных

металлов. Из этих тканей в Японии изготавливались праздничная одежда и обёртки для подарков.

Европа. Средние века

История европейской шпалеры началась в эпоху Крестовых походов, когда произведения восточных мастеров в качестве трофеев были завезены крестоносцами. С искусством выработки безворсовых ковров европейцы познакомились также через арабскую Испанию. Если в Египте и доколумбовой Америке произведения, выполненные в технике шпалерного ткачества, чаще всего служили украшением (костюма, жилища), то в средневековой Европе шпалера стала изделием декоративно-монументальным.

На юге Европы стены покрывали росписями, на севере шпалеры не только украшали стены кафедральных соборов, а затем замков и дворцов, но и выполняли чисто утилитарную функцию, сохраняя тепло, защищая от сквозняков. Шпалерами обивали стены, из них также выполнялись пологи для кроватей, ими, как перегородками, разделялись большие помещения. Их брали даже в военные походы, где использовали при возведении шатров знати. Средневековая европейская шпалера — изделие крупноформатное, длина которого намного превосходит его высоту.

Германия

Самая ранняя европейская шпалера из церкви св. Гереона в Кёльне выполнена рейнскими мастерами в XI веке. Отдельные её мотивы (изображения фантастических животных) схожи с мотивами византийских тканей IX—X веков. Для шпалер этой эпохи, создававшихся по церковным заказам, характерна монументальность, плоскостное изображение, ограниченная и яркая цветовая гамма, условность фигур персонажей, различия в их размерах, продиктованные средневековой иерархией. Стилистически шпалеры романского периода связаны с книжной миниатюрой и росписями стен. Фон без перспективной глубины, отсутствует детализация, фигуры персонажей несколько угловаты. Основные мотивы: узоры, растительный орнамент, позаимствованные из книжной миниатюры и у восточных и итальянских тканей, причём орнамент украшал все элементы изображения; геральдические знаки; основные цвета — красный и синий. Плотность основы не превышала 5 нитей на сантиметр, что делало рисунок шпалер грубоватым, упрощённым.

Популярностью пользовались библейские и исторические сюжеты. Одним из основных заказчиков первых шпалер была церковь. Самые ранние европейские безворсовые ковры происходят из Германии. Их вырабатывали мастера, жившие в домах знати, странствующие ткачи или ремесленники в небольших мастерских, в том числе при монастырях. Ткачи обходились без услуг художников-картоньеров, каждая работа, полностью выполненная одним или несколькими мастерами, сохраняет неповторимые черты индивидуального стиля. Особенность ранних шпалер — чёрный или цветной контур, обрамляющий детали. Складки одеяний, цветовые переходы передавались с помощью такого приёма ручного ткачества, как штриховка (растяжка) тонкими полосками, когда в полотне нити утка одного цвета тонкими штрихами входят в область другого, создавая за счёт оптического смешения третий цвет. Чуть позднее шпалерное ткачество пришло в Скандинавию, затем производство распространилось во Фландрии и Франции. Шпалера (fr) с символическим изображением двенадцати месяцев (сохранились лишь два сюжета) из Бальдисхольской церкви (Норвегия), по мнению исследователей, могла быть создана около 1180 года немецкими ткачами. Но в орнаментах, обрамляющих

изображения, прослеживается связь с традициями народного норвежского ткачества, возможно, что к этому времени в Скандинавии уже появились свои мастера.

Франция

Книжная миниатюра послужила образцом для грандиозного цикла (общим размером 5,5х144 м) шпалер «Анжерский апокалипсис» (ок. 1380 года) — памятника готического декоративно-прикладного искусства. Картоны для шпалер, заказанных парижским ткачам мастерской Николя Батая Людовиком I Анжуйским, были созданы по иллюстрациям испанской рукописи X века «Комментарий к Апокалипсису» Беатуса из Льебаны. Миниатюры «Апокалипсиса», переведённые на шпалеры, получили новое, неожиданно смягчённое звучание. Располагая достаточно ограниченным набором цветов и используя не более пяти оттенков каждого из них, Батай добился в этом цикле шпалер гармоничного объединения повествовательного и декоративного начал.

В конце XIV века шпалерное ткачество стало значительной отраслью ремесленного производства. Ковры широко используются не только при создании интерьера, но и в оформлении городов во время религиозных процессий, рыцарских турниров, праздников. Появились первые крупные мануфактуры, где вместе с красильщиками, художниками и ткачами работают картоньеры, которые переводят эскиз на картон, соответствующий размеру будущей шпалеры. Ткач зачастую брал на себя функции и красильщика, и художника, подкрашивая шерсть, чтобы добиться нужного тона, изменяя колористическое решение шпалеры, а иногда и её композицию.

После реставрации (1979—1999) знаменитой фрески Леонардо да Винчи «Тайная вечеря» стало заметно, что тёмные прямоугольники на стенах, подчёркивающие перспективное сокращение в глубину, — это шпалеры «милфлёр».

В XV веке производство французских шпалер из-за Столетней войны переместилось из Парижа в города, расположенные в бассейне Луары. Здесь во второй половине столетия появился особый вид шпалер, называемый «милфлёр» (фр. *mille fleur*, что означает «тысяча цветов»). На тёмном зелёном, синем или красном фоне, по декоративной кайме, обрамляющей шпалеру, рассыпано множество мелких цветочков, букетиков, ягод, часто изображённых с ботанической точностью. Нередко к растениям добавляются мелкие животные. Сюжеты для этих шпалер выбирались самые разнообразные: античные мифы, библейские истории, аллегории, сцены из жизни, литературные мотивы. Существует предположение, что милфлёры появились под влиянием давнего обычая, бытовавшего во Франции: маршрут процессии в день Праздника Тела Христова украшался тканями со множеством прикреплённых к ним живых цветов. Один из самых знаменитых «милфлёров» — цикл из шести шпалер «Дама с единорогом», созданный в Турени (в настоящее время хранится в Музее Клюни, Париж). Аллегорические композиции, несущие в себе символику, которая может быть истолкована по-разному, разворачиваются на условном тёмно-голубом овальном острове, выделяющемся на розово-красном фоне. И остров, и фон шпалеры усеяны множеством мелких цветов.

«В этом цикле шпалер, сравнительно со всеми предшествующими, трансформировался, усложнился не только характер образов, но и характер пластического мышления создателей. Бесспорно, преемственность традиций готической миниатюры сохраняется, но совершенно по-новому расширяются и, главное, индивидуализируются сюжетные мотивации, художественные и технические средства их воплощения. Здесь

гармонично сплетаются правдивость и условность, изобразительность и орнаментальность, плоскостность и глубинность». В. И. Савицкая

Тип композиции ковров этого цикла долго не выходил из моды и повторялся в мастерских Обюссона и Фельтена в настенных шпалерах, занавесях, тканях для подушек.

Фландрия

К концу XV века Фландрия, где производство шпалер поддерживалось не отдельными частными заказами, а городскими цехами, стала главным центром художественного ткачества и удерживала первенство в течение трёх веков. Фламандские шпалеры производились в огромном количестве, прежде всего, в таких центрах ткачества, как Брюгге и Антверпен.

Наряду с Парижем центром шпалерного ткачества в XIV веке стал Аррас. Для изделий аррасских мастеров характерны ярко выраженная декоративность, использование цветовых контрастов, метафорические сюжеты, отсутствие деталей повседневной жизни. Ткачи из Арраса вводили в ткань шпалер так называемое «кипрское золото» — кручёный лён или шёлк, обвитый сплюсненной золотой или серебряной проволокой. Включение нитей из драгоценных металлов в ткань встречается уже в бронзовом веке. На Востоке также вырабатывались ткани с добавлением золотых и серебряных нитей.

«Очевидно, что не в Аррасе изобрели такого рода украшение, состоящее в том, чтобы соединять золотые и серебряные нити с шёлком; но однако давайте констатируем, что в Аррасе настолько изменили эту систему, так же как и общую систему ткачества шпалер, что в действительности было создано что-то новое». Э. ван Дривал.

Расцвет шпалерного ткачества в Аррасе пришёлся на времена правления герцогов Бургундских, а завершился в 1477 году, когда Людовик XI разорил город, и многие мастера перебрались во Фландрию.

Начиная с XIV века крупным центром по производству шпалер стал Брюссель. На дальнейшее развитие фламандских шпалер значительно повлияло творчество мастеров Северного Возрождения: Яна ван Эйка, Хуго ван дер Гуса, Рогира ван дер Вейдена, Мёмлинга, Яна ван Роома. В Брюсселе было положено начало выполнению ковров по картинам знаменитых художников. Отличительные черты брюссельских шпалер: сложные многофигурные композиции, где действующие лица заполняют всё поле ковра; определённый стиль в изображении лиц и одежды персонажей, облачённых исключительно в костюмы, соответствующие моде того времени; обязательные травы и цветы на переднем плане. Очень популярны были аллегорические сюжеты, античные и библейские темы. Бордюр ковров — узкий, обыкновенно украшен изображениями плодов и цветов. В XVI веке брюссельские ткачи работали пряжей, окрашенной в 20—30 тонов, к шерсти добавлялись шёлк, золотые и серебряные нити. Один из известнейших циклов шпалер (9 ковров, ок. 1520), созданных в Брюсселе, — «Давид и Вирсавия».

Возрождение

Фландрские ткачи располагали скромной палитрой всего лишь из шести цветов, но, используя методы протравки и особый ткацкий приём — растяжку (штриховку), добивались поразительных живописных эффектов. Цикл «Деяния апостолов», выполненный в мастерской Питера ван Альста (*Pieter van Aelst II*, ок. 1472—1532) в Брюсселе по композициям Рафаэля, заказанным папой Львом X для украшения Сикстинской капеллы, определил дальнейшее развитие художественного ткачества в сторону монументализма и, одновременно, начало сближения шпалеры, в которой теперь стремились передать перспективу, светотеневые эффекты, объём, с живописной картиной. Картоны к «Деяниям апостолов» подготовил для работы Бернар ван Орлей, автор серий

шпалер, среди которых «Охота Максимилиана», «Битва при Павии» и «Основание Рима». Благодаря Рафаэлю у шпалеры появляются тканые бордюры с декоративными мотивами-гротесками (фр. *grotesque* — причудливый). Образцами для них стали гротески с фресок в Лоджиях Ватикана, созданных Рафаэлем и его помощниками. Шпалера получает свою «раму», и это обстоятельство приближает безворсовый ковёр к произведениям станковой живописи.

Во Франции, Голландии и Фландрии становятся популярными шпалеры с реалистическим пейзажем и натюрморты. Фон шпалер, ранее гладкий или орнаментальный, к концу XV века постепенно становится пейзажным. Позднее появляются шпалеры, где главной темой становится изображение природы. Первые вердюры (фр. *verdure* — листва, зелень) были созданы на брюссельских мануфактурах. Построение пейзажа вердюры выполнено по тому же принципу, что и кулисный пейзаж в живописи. Для первого плана выбирались более яркие (зелень) и тёмные (коричневый) тона, они сменялись более светлыми зелёными на втором плане, а для дальнего третьего использовался бледно-голубой. Выполненный со вниманием к мельчайшим деталям гармоничный пейзаж дополнялся изображением реальных и фантастических животных, иногда вступающих в схватку. Часто эти сцены имели геральдический смысл. Одним из центров производства вердюр в XVII веке стал фламандский город Ауденарде. Вердюры из Ауденарде отличаются особым колоритом, где господствуют зелёные и коричневые тона, дополненные сине-зелёными и желтовато-кремовыми оттенками; из животных наиболее часто изображены фазаны, цапли, олени, петухи и павлины; из растений — дубы, маки, клёны. Материал для ауденардских шпалер, в отличие, например, от брюссельских, был менее качественный, но грубоватая фактура придаёт им особое очарование. В Брюсселе одним из первых мастеров вердюры стал представитель знаменитого семейства ткачей Паннемакеров — Виллем. Он работал окрашенным в разнообразные цвета шёлком, активно использовал в своих произведениях золотые и серебряные нити.

Замечательные образцы шпалер-вердюр были созданы во Фландрии в середине XVI века для королевского дворца на Вавеле. Комплекс шпалер, заказанных королём Сигизмундом Августом во Фландрии (Брюссель), выполнен по картонам Виллема Тонса и Михаэля Кокси, работы над ним начались в 20-е годы XVI века. Полный комплект состоял из трёхсот пятидесяти шести шпалер. Особенность этого ансамбля в том, что он создавался специально для определённых помещений, каждому изделию было строго отведено его место в интерьере. В то время в моду вошла так называемая «шпалерная развеска», когда вся стена скрывалась под коврами, поэтому в комплект вошли также шпалеры для простенков между окнами, размещения над дверями и т. д. Залы королевского замка в Вавеле — редкий случай сохранения ренессансных интерьеров до наших дней.

В XVI веке популярность снискали шпалеры из Турне, в этом городе работали совместно ткачи Фландрии и Франции. Одними из самых знаменитых мастеров Турне были Паскье Гернье, с именем которого связывается появление новых приёмов ковроткачества, и его четыре сына.

Барокко

Развитие барочной стилистики в шпалере связано с именами Рубенса, Якоба Йорданса, Шарля Лебрёна и Симона Вуэ. По картонам Рубенса в Брюсселе и Париже выполнялись серии «История Деция Муса», «История Константина», «Апофеоз Евхаристии», «История Ахилла». Выразительная динамичная композиция, экспрессивные

движения персонажей, неожиданное распределение светотени, смелое цветовое решение — отличительные черты рубенсовских шпалер, для их передачи от ткача требовалось высочайшее мастерство, а иногда — усовершенствование традиционных ткацких приёмов.

В соответствии с эстетикой эпохи, шпалера прочно связывается с той архитектурной средой, для которой она создавалась, и уже не может существовать в отрыве от неё. Впечатление от шпалеры, как от театральной декорации, подчёркивается укрупнением передних планов, увлечением эффектами иллюзионизма, передачей световоздушной перспективы. Симон Вуэ создаёт для шпалер вместо тканого обрамления порталы с изображением скульптурных мотивов: кариатид, атлантов, гирлянд, объединяя тканые изделия с декором помещения, для которого они предназначены. В своих картонах к сериям «Подвиги Одиссея», «История Ринальдо и Армиды», «Сцены из Ветхого Завета» Вуэ большое внимание уделял разработке пейзажного фона, построению сложных многофигурных композиций.

С 1619 года в английском городе Мортлейк в графстве Суррей была открыта королевская мануфактура (*en*), на ней под руководством Филипа де Мехта работали фламандские ткачи, приглашённые Яковом I. Позднее на мануфактуре работали английские мастера. Изделия этого предприятия помечались красным крестом на белом фоне. Здесь первоначально вырабатывались ковры по картонам Рубенса. В 1630—1632 годах в Мортлейке была выполнена первая английская серия из шести шпалер — «Геро и Леандр» по эскизам Френсиса Клейна (*нем. Franz Klein [1623—1658]*). В 1630 году король Карл I купил в Брюсселе семь картонов Рафаэля «Деяния апостолов», а в 1637—1638 годах на мануфактуре по ним были сотканы реплики знаменитого цикла. Эскизы для бордюров в стиле барокко для этих шпалер создавал Антонис Ван Дейк, по его же эскизам ткались шпалеры с историческими сюжетами.

В 1658 году во французском местечке Менси владельцами красильни, семьёй Гобелен, была основана мастерская, выполнявшая заказы по производству шпалер в основном для замка Николя Фуке Во-ле-Виконт. Руководил ей Шарль Лебрён. По представлению сменившего Фуке Кольбера в 1662 году Людовик XIV купил красильню («Отель Гобелен») и ткацкую в казну и создал «Королевскую мануфактуру гобеленов и мебели». Так была создана крупнейшая во Франции шпалерная мануфактура, первое промышленное производство ковров, располагавшееся в парижском предместье Сен-Марсель. С середины XVII века законодательницей мод в производстве шпалер надолго становится Франция, а ковроточечество, как и другие виды декоративно-прикладного искусства, развивается в строгом соответствии с требованиями придворных норм в сторону парадности, максимальной театрализации. Произведения мануфактуры Гобеленов, вследствие своей дороговизны, шли почти исключительно на убранство королевских дворцов и на подарки и лишь в редких случаях поступали в продажу. Несмотря на значительность расходов по содержанию мануфактуры и отсутствие прибыли, она продолжала существовать при всех режимах.

В 1663 году во главе «Королевской мануфактуры гобеленов и мебели» был поставлен «первый живописец короля» Лебрён. Лебрён был не только руководителем предприятия, по его эскизам и картонам созданы такие серии шпалер, как «Времена года», «Королевские замки», «История Александра Македонского», «История Людовика XIV». Для картоньеров мануфактуры было введено разделение на мастеров определённого жанра: пейзажа, архитектурных мотивов, орнамента.

Отличительным знаком продукции мануфактуры служит вытканная по углам или в центре у верхнего края королевская лилия.

В 1664 году королевские привилегии получила мануфактура Бове, работавшая на королевский двор, а в 1665 году — мануфактура в Обюссоне, выпускавшая продукцию в основном для заказчиков из провинции. Мануфактура в Обюссоне специализировалась на копиях пейзажей из Фландрии (в том числе вердюр Ауденарде) и мебельных тканей из Бове.

Рококо

В первой половине XVIII века вычурный и помпезный стиль барокко сменяется более изящным, камерным направлением — рококо:

...до крайности утончённый декоративный стиль, в формах которого, однако, пропал последний остаток целесообразности. Э. Кон-Винер.

Место репрезентативных залов занимают камерные салон, будуар, кабинет. В интерьере исчезает стабильная устойчивость, новый стиль не признаёт плоской стены, скрывая её за причудливым орнаментом, зеркалом, пейзажной картиной с перспективой, уводящей взгляд зрителя вдаль. Шпалера утрачивает свою монументальность, уходят в прошлое многофигурные композиции, героические сюжеты уступают галантным сценам и пасторалям с идиллическими пейзажами и тонко проработанными деталями.

С 1730-х годов во французском шпалерном ткачестве главенствовало стремление как можно более точно передать в шпалере живописный оригинал. Максимально увеличивается плотность полотна, пряжа окрашивается в тысячи разнообразных тончайших нюансов цвета (к концу века оттенков насчитывалось 14 600). Одним из тех, кто настаивал на буквальном воспроизведении картины, был художник и руководитель (1733—1755) парижской мануфактуры Жан Батист Удри, который всячески боролся со старинными методами ткачества, по его мнению, делавшими колорит шпалеры «ужасным» и приводившими к «невыносимой пестроте красок, ярких и взаимно несочетаемых». По его инициативе была введена цветовая шкала, где каждый оттенок имел свой номер. Вспомогательные шаблоны, которых строго должен был придерживаться ткач, содержали фрагменты, обведённые контуром и пронумерованные в соответствии с этой шкалой. Таким образом, из процесса создания шпалеры была исключена творческая инициатива ткача — теперь он копировал живописное полотно, не имея права что-то подправлять и изменять, а сама шпалера превратилась в имитацию живописи и даже получила тканую «раму» под багет.

Для французских мануфактур работал известный художник, яркий представитель стиля рококо Франсуа Буше, стоявший во главе Королевской мануфактуры в 1755—1770 годах. По его эскизам были выпущены циклы шпалер — «История Психеи», «Любовь богов» (Бове, за 23 года было выпущено 73 гобелена этой серии) и три шпалеры в подарок китайскому императору («Китайская серия») в модном стиле «шинуазри» (Обюссон).

В XVIII веке в Мадриде была основана королевская шпалерная мануфактура. Более всего она известна тем, что эскизы картонов для неё выполнял Франсиско Гойя.

Петербургская мануфактура

В России первая мануфактура по производству шпалер для дворцовых интерьеров появилась при Петре I в 1717 году. Из Франции были приглашены мастера Королевской гобеленовой мануфактуры. С ними заключили пятилетние контракты, предусматривавшие также обучение российских ткачей. Значительную роль в развитии российского шпалерного искусства сыграл Филипп Бегагль-сын. Первое время ткачи мануфактуры не имели для работы инструментов, им не выплачивали жалованье; материал для работы приходилось закупать за рубежом. Однако с начала 1720-х годов шпалеры помогали ткать уже и русские ученики. Их имена известны по архивным документам, так как подписывали произведения только иностранные мастера. Каждый из ткачей специализировался в изображении определённых мотивов, выполнение лиц и фигур персонажей считалось самым сложным и доверялось опытным работникам. Один квадратный аршин шпалеры четыре мастера ткали около месяца.

В 1732 году из Екатерингофа мануфактура была переведена в Петербург. Десять станков и красильня расположились за Литейным двором. Улица, где располагалась мануфактура, в настоящее время носит название Шпалерной.

С 1733 года на мануфактуре работал в качестве картоньера живописец Дмитрий Соловьёв. Несмотря на то, что ему помогали сын и несколько учеников, картонов для производства шпалер постоянно не хватало. На мануфактуре практиковалось выполнение изделий по готовым западноевропейским образцам, а также — по картинам из Эрмитажа.

В 1740-х годах мануфактура переживала упадок: спрос на её продукцию резко снизился, готовые ковры, которым не находилось применения, заполняли склад. Во второй половине десятилетия из мастеров-ткачей только двое были обеспечены работой. В 1755 году по распоряжению Елизаветы Петровны было возрождено производство шпалер для помещений нового Зимнего дворца, с этой целью снова прибегли к помощи мастеров из Франции.

Расцвет мануфактуры пришёлся на 1760—1770-е годы, к тому времени на ней работали отечественные ткачи, картоньеры и художники. На Петербургской мануфактуре культивировался редкий для шпалеры жанр — портрет, требовавший от ткача особого мастерства при выполнении лица модели. Производились в основном портреты царствующих особ и людей, близких ко двору.

В 20-х годах XIX века в связи с новым падением спроса на продукцию мануфактуры она совсем не приносила дохода. Начиная с 1827 года убыточность производства возрастала, и в 1858 году мануфактура закрылась. Всего на Петербургской мануфактуре было произведено 205 шпалер.

XIX век. Попытки возрождения шпалерного ткачества

Развитие машинного производства во второй половине XIX века, а также изменения моды и вкусов заказчиков привели к упадку шпалерных мануфактур. Одним из тех, кто сделал первую попытку возродить искусство классического средневекового ткачества, был Уильям Моррис. Он сам освоил ремесло ткача, работая дома по несколько часов в день на станке. В 1881 году Моррис открыл в Мертонском аббатстве шпалерную мастерскую. Считая, что творческое начало заложено в любом человеке, он всячески поощрял инициативу рабочих предприятия. В Мертонском аббатстве шпалеры создавались точно так же, как в средние века. Сам Моррис сочетал функции художника,

ткача и красильщика, возвращаясь в те времена, когда шпалера была результатом согласованных усилий нескольких мастеров, а ткач не выступал в роли копииста. В этом смысле Моррис предвосхитил реформу шпалерного ткачества XX века. Наиболее известны циклы шпалер фирмы Морриса на библейские сюжеты и по мотивам легенд артуровского цикла. По фотографии эскиза художника — почти все живописные наброски для мертонских шпалер выполнял Бёрн-Джонс, увеличенной до размеров будущего изделия, уточнялась композиция. Детали, орнаменты, колорит шпалеры прорабатывались Моррисом и его учеником, дизайнером Джоном Дирлом.

В 1893 году художник Майоль открыл небольшую мастерскую по производству шпалер в Баньюльс-сюр-Мер. Вдохновлённый коллекцией ковров музея Клюни, он стремился противопоставить массовому машинному производству изделия, выполненные вручную. Майоль создавал эскизы и картоны для ковров, искал наиболее подходящее сырьё, экспериментировал с красителями растительного происхождения (он открыл новый способ получения красной краски), расширяя цветовую гамму продукции мастерской. Шпалеры, выполненные по картонам Майоля, — «Музыка», «Очарованный сад» — экспонировались на брюссельской выставке «Группы двенадцати» и получили благосклонные отзывы критиков. Для ковров Майоля характерны плавно изгибающиеся линии рисунка, стилизация изображения под растительные формы. Экономические трудности, зависимость от наличия заказов, проблемы со зрением заставили Майоля в 1900 году закрыть мастерскую.

Первая половина XX века. Реформа шпалеры. Жан Люрса

С середины 1920-х годов предпринимались неоднократные попытки модернизировать искусство шпалеры. Директор обюссонской Школы декоративных искусств Мариус Мартэн (фр. *André-Marius Martin*) разработал свою программу обновления шпалерного ткачества. Важнейшим из свойств шпалеры Мартэн считал её выразительность, которая была утрачена в XVIII—XIX веках. Возврату декоративного характера древнему ремеслу по Мартэну должны были способствовать сокращение количества применяемых цветов и их нюансов, а также восстановление старинных ткацких приёмов. Мартэну противостояли, и вполне успешно, картоньеры мануфактуры в Обюссоне, ратовавшие за точное воспроизведение в шпалере живописного картона.

В 1924 году Рауль Дюфи выполнил эскизы для мануфактуры в Бове ансамбля «Париж», в который вошли ширма, шпалера, обивка для кресел. Результат разочаровал художника, по его мнению, после воспроизведения в тканых изделиях его эскизов получилась «слишком буквальная и слишком сухая репродукция». То же случилось и со шпалерой «Вид Парижа» (Дюфи, 1934). Залогом успеха в развитии искусства шпалеры и вывода его из кризиса Дюфи считал передачу инициативы в воплощении картона ткачу, который должен был стать соавтором художника.

Дать искусству шпалеры новую жизнь пыталась Мари Кюттоли (фр. *Marie Cuttoli*). В 1933 году она обратилась к известным художникам того времени с предложением воспроизвести их произведения на мануфактуре в Обюссоне. Однако и на этот раз всё было сведено к обычному копированию картин.

Через несколько десятков лет после Морриса реформатор искусства художественного ткачества Жан Люрса, после неудачных экспериментов по возвращению шпалере её монументально-декоративного значения, также обратился к опыту мастеров средних веков. Изучая цикл «Анжерский Апокалипсис», а также основы шпалерного ткачества под руководством потомственного мастера с мануфактуры в Обюссоне Франсуа

Табара (фр. *François Tabard*), Люрса вывел четыре основных принципа успеха шпалеры. Люрса был убеждён, что природа шпалеры отлична от природы живописи — она просто не может точно копировать картину. Шпалера должна быть связана с архитектурной средой, для которой предназначена, картон создаётся в натуральную величину будущей шпалеры (причём вместо живописного картона вводился картон с обозначением областей разного цвета контурами и присвоением им номеров), структура плетения должна приближаться к структуре произведений средневековых мастеров, то есть быть довольно крупной. По Люрса шпалера:

«...предмет, по сути являющийся тканью. Задача её — одеть часть здания, которому, разумеется, без этого украшения недоставало бы чего-то чувственного, страстного; одним словом, недоставало очарования [...]. Самое главное в овладении поверхностью стены — никогда не смешивать станковую картину с настенной шпалерой: их техника противоположна, их эстетика совершенно несхожа».

Уменьшение плотности ткачества имело не только чисто декоративный, но и экономический эффект — скорость исполнения шпалер возросла до 1 м в месяц, снизилась стоимость продукции, появились новые заказчики. По словам самого Люрса, с искусством шпалеры он познакомил около ста художников из разных стран. Однако наиболее последовательно воплощали в жизнь его теорию, оставаясь в то же время мастерами с неповторимым авторским почерком, Жан Пикар-Леду, Марк Сен-Санс, Марсель Громер, Дом Робер (фр. *Dom Robert*).

Жан Люрса вывел искусство шпалеры на новый уровень и стал первым художником современной шпалеры. Он создал около тысячи картонов для шпалер. Последняя его работа — грандиозный цикл «Песнь Мира», законченный уже после его смерти. Люрса основал в 1945 году Ассоциацию художников-картоньеров Франции. Он стал одним из создателей Международного центра старинной и современной таписерии СИТАМ (Лозанна, 1961) и инициатором проводимых СИТАМ с 1962 года Биеналле таписерии — крупнейшего смотра художников, работающих в области художественного ткачества.

Ле Корбюзье начал работать в области художественного ткачества с 1945 года. Его первые картоны для мануфактуры в Обюссоне, где в то время Люрса возрождал производство шпалеры, были небольшими по размеру. В 1955 году Корбюзье разработал для Верховного суда в Чандигархе монументальную серию из девяти панно, в которой обратился к игре линий и чистых цветов. В этой работе Корбюзье продемонстрировал совпадение своих взглядов со взглядами Люрса на шпалеру как неотъемлемую часть архитектуры.

Вторая половина XX—XXI век

В 1950—1960-х годах Франция утратила ведущие позиции в области художественного текстиля. Второй поворот в развитии таписерии XX века совершили мастера Скандинавии, Восточной Европы, Японии, США. Этот период характеризуется повышенным вниманием к пластическим свойствам шпалеры, применением нетрадиционных современных материалов, в том числе и нетекстильных, возвращением к древним техникам плетения (например, макраме). Шпалера уже не предмет с конкретными функциональным назначением, она становится художественным объектом (англ. *art object*). Причём произведение от начала до конца выполняется одним художником — это условие расширяет его творческие возможности. Современная шпалера прошла путь от двухмерного произведения через объект, напоминающий

скульптуру, к энвайронменту, таписерии-среде, в которую можно проникнуть, изучить изнутри. Как художественный объект энвайронмент имеет наиболее сильное эмоциональное воздействие на зрителя. Некоторые исследователи различают три подвида таписерии-среды: архитектурный энвайронмент, костюмный и экспериментальный.

Отдельную главу в истории гобелена составляют работы, выполненные в странах бывшего советского лагеря. Значительные успехи были достигнуты мастерами Польши (Абаканович) и Венгрии. В СССР родоначальником современного гобелена по праву можно считать латышского художника Рудольфа Хеймрата, который в начале 60-х годов XX века вместе с Георгом Баркансом заложил его эстетические принципы. Работы Хеймрата соединили традиции классической шпалеры и технику национального латышского ткачества. Как педагог Хеймрат умел определить индивидуальные черты, присущие будущему мастеру, и воспитал целую плеяду художников гобелена (Вигнере, Богустова). Оригинальные школы гобелена существовали и в других регионах Советского Союза — Эстонии (Эрм, Реэметс), Литве (Бальчиконис, Гедримене) (в целом прибалтийская школа многое взяла от французской шпалеры, возрождённой Жаном Люрса, и польской таписерии 60-х годов), Украине, Молдавии, Грузии (Кандарели), в Москве и Санкт-Петербурге. В настоящее время ручной гобелен существует в двух видах. С одной стороны, это авторские произведения, с другой — воспроизведение исторических шпалер на фабриках, расположенных преимущественно в странах Юго-Восточной Азии. Авторские гобелены, в свою очередь, имеют две расходящиеся тенденции. Одна из них следует за основными направлениями современного искусства, становясь полноценными инсталляциями постмодернистского искусства (Абаканович, Сидарс). Вторая — провозглашает возврат к традиционному шпалерному ткачеству, сводя к минимуму технологические эксперименты. Некоторые мастера этой группы делают упор на общую декоративность произведения, его колористическую красочность (Гораздин, Юрченко). Их гобелены сближаются с произведениями театрального искусства — занавесями, декорациями и т. д. Другие — используют в гобелене эстетические приемы, свойственные графике или живописи. Здесь особое внимание уделяется философскому содержанию композиции (Брускин, Мадекин).

Материалы

До XVIII века для основы в шпалерах использовалась шерсть — самый доступный и лёгкий в обработке материал, чаще всего это овечья шерсть. Главное требование, предъявляемое к материалу основы, — прочность. В XIX веке основу для шпалер иногда делали из шёлка. Хлопчатобумажная основа значительно облегчает вес изделия, она прочна, в большей степени устойчива к неблагоприятным воздействиям внешней среды.

Нити утка были также шерстяными: шерсть хорошо поддаётся окраске и позволяет добиться широкого диапазона в оттенках. От утка не требуется такой прочности, как у основы, поэтому для него использовалась более тонкая нить. Главные качества утка — эластичность, мягкость. Копты использовали в ткачестве шерсть и лён, шерсть и хлопок были основными материалами для ковров на мусульманском Востоке. В доколумбовой Америке хлопок использовался для основы, и там, где нужно было выткать участки белого цвета, для утка применялась шерсть ламы, гуанако, викуны, иногда человеческие волосы. В Европе шерсть могла комбинироваться со льном, шёлком (им выполнялись светлые места рисунка), хлопком, конским волосом, гарусом. Блестящие нити шёлка и гаруса оттеняли матовую шерсть, разнообразили фактуру шпалеры. Тонкими нитями выполнялись мелкие детали. Ткачи из Арраса в XV веке положили начало использованию в европейских шпалерах золотых и серебряных нитей.

Плотность шпалеры

В шпалерном ткачестве плотность ковра определяется количеством нитей основы на 1 см. Чем выше плотность, тем больше возможностей у ткача выполнить мелкие детали, и тем медленнее продвигается работа. В средневековой европейской шпалере насчитывается около 5 нитей основы на 1 см. Изделия брюссельских мануфактур XVI века имели такую же небольшую плотность (5—6 нитей), однако местным ткачам удавалась передача сложных нюансов изображения. Со временем шпалера всё более приближается к живописи, её плотность увеличивается. На мануфактуре Гобеленов плотность шпалер составляла 6—7 нитей на 1 см в XVII веке, а в XVIII веке — уже 7—8. В XIX веке плотность изделий мануфактуры Бове достигла 10—16 нитей. Такая шпалера по сути стала всего лишь подражанием станковой живописи. Одним из средств возвращения шпалере декоративности Жан Люрса считал уменьшение её плотности. В XX веке французские мануфактуры вернулись к плотности шпалер в 5 нитей. В современном ручном ткачестве плотность принята в 1—2 нити на см, плотность свыше 3 нитей считается высокой.

Техника создания шпалеры

Шпалеры ткются вручную. На станке или раме натягиваются нити основы. Нити основы переплетаются цветными шерстяными или шёлковыми нитями, при этом основа полностью покрывается, так что её цвет не играет никакой роли.

Ткачество на раме

Самым ранним и простейшим устройством для работы ткача была рама с натянутыми нитями основы. Основу можно крепить, натягивая на гвозди, вбитые в раму, либо используя раму с равномерно размещёнными по верхнему и нижнему краям пропилами, либо простым навиванием нити на раму. Однако последний способ не очень удобен, так как в процессе ткачества нити основы могут смещаться. Для создания первого зева (пространства между плоскостями нечётных и чётных нитей) нити основы делятся проборной планкой, в роли которой может выступать гладко оструганная палочка. Уточная нить прокидывается с помощью челнока (но можно обойтись и обычным моточком ниток) и после нескольких прокидок прибивается колотушкой или пальцами рук. Чтобы выполнить обратную прокидку, ткач перебирает нити основы, создавая второй зев. Для выполнения ворсовых узлов используется нож-крючок.

В середине XX века мастера по текстилю снова обратились к простейшему устройству ткача — раме с натянутыми нитями основы, а несколько позднее, в поисках новых путей развития искусства шпалерного ткачества, некоторые из художников отказались не только от ткацкого станка, но и от традиционных материалов.

Работа на станках

Позднее появились высокие и низкие ткацкие станки. Различие в работе на станках заключается в основном в расположении нитей основы, горизонтальном — на низком станке — и вертикальном — на высоком. Это связано с их определённым устройством и требует характерных движений при работе. В обоих случаях способ создания на рисунке объёма и цветовых переходов одинаков. Нити разного цвета переплетаются и создают эффект постепенного изменения тона или ощущение объёма.

Изображение копировалось с *картона* — подготовительного рисунка в цвете в натуральную величину шпалеры, выполненного на основе эскиза художника. По одному картону можно создать несколько шпалер, каждый раз в чём-то отличных друг от друга.

В механическом отношении техника производства шпалеры очень проста, но требует от мастера много терпения, опытности и художественных познаний: хорошим ткачом может быть только образованный художник, в своём роде живописец, отличающийся от настоящего только тем, что изображение он создаёт не красками, а цветной нитью. Он должен разбираться в рисунке, колорите и светотени как художник, а кроме того, обладать ещё и полным знанием приёмов шпалерного ткачества и свойств материалов. Довольно часто бывает невозможно подобрать нити разных оттенков одного цвета, поэтому ткачу приходится в процессе работы подкрашивать нити.

При работе на вертикальном станке с его верхнего вала, по мере готовности изделия, разматывается основа, на нижний накручивается готовая шпалера. Ковры, выполненные на вертикальном станке, называются *haute-lisse* (готлис, от фр. *haute* «высокая» и *lisse* «основа»). Готлиссная техника позволяет выполнить более сложный рисунок, но она и более трудоёмка. Рабочее место ткача находится с изнаночной стороны ковра, на которой закрепляются концы нитей. Изображение с картона переносится на кальку, а с неё — на ковёр. За спиной у ткача размещался картон, а с лицевой стороны работы — зеркало. Раздвинув нити основы, мастер может проверить точность работы по картону.

Другие ковры, при изготовлении которых основа располагается горизонтально между двумя валами, благодаря чему труд ткача значительно облегчается, носят название *basse-lisse* (баслис, от фр. *basse* «низкая» и *lisse* «основа»). Нити основы натянуты между двумя валами в горизонтальной плоскости. Шпалера обращена к ткачу изнаночной поверхностью, рисунок с картона переносится на кальку, размещаемую под нитями основы, таким образом, лицевая сторона изделия повторяет картон в зеркальном отображении. Мастер работает маленькими шпульками, на которые намотаны нити разных цветов. Пропуская шпульку с нитью какого-либо цвета через основу и опутывая ею последнюю, он повторяет эту операцию нужное число раз, а затем оставляет её и принимается за другую с нитью другого цвета, с тем, чтобы возвратиться к первой шпульке, когда потребуется снова.

После того, как шпалера снята со станка, отличить, в какой из двух техник она была выполнена, невозможно. Для этого надо видеть картон — шпалера баслис повторяет его в зеркальном отражении, готлис — в прямом.

С 1826 года Парижская национальная мануфактура перешла на изготовление исключительно ковров *haute-lisse*.

Так как один мастер мог работать над небольшим участком ковра, одновременно над одним изделием трудились 5—6 ткачей. На мануфактуре Гобеленов шпалеры выполнялись частями (метод выборочного ткачества). После снятия со станка части сшивались между собой шёлковыми нитями, на изнаночной стороне изделий оставались характерные швы.

При мануфактуре Гобеленов было училище, в котором кроме ткацкого дела преподавались также рисование и живопись. В 1826 году к ней присоединена фабрика тканых ковров Савоннери, основанная в 1604 году и получившая своё название от помещения, где некогда находился мыловаренный завод. На Савоннери с 1624 года

производились так называемые бархатные (ворсовые) ковры с орнаментом для пола и мебели. После прекращения производства ковров *basse-lisse* на мануфактуре Гобеленов во Франции они стали вырабатываться исключительно в Бове и Обюссоне.

Некоторые приёмы ручного ткачества

Шпалера создаётся с помощью перекрёстного переплетения нитей. Несмотря на лёгкость ткацких приёмов, выполнение шпалеры — процесс достаточно долгий. В безворсовом ковре узор образует цветная уточная нить, полностью скрывающая нить основы, после того, как прибивается колотушкой. В современном ковроткачестве иногда, согласно замыслу художника, нити основы намеренно оставляются видимыми. Так как нити утка в классической шпалере были тоньше нитей основы, то поверхность готового ковра получалась рубчатой, и переплетение нитей получило наименование репсового (фр. *reps* — ткань в рубчик). В настоящее время соотношение толщин утка и основы может быть самым разнообразным.

В процессе создания шпалеры ткач многократно оказывается перед необходимостью смены утка: обыкновенно эту операцию выполняют при изменении цвета нити, однако на монохромных участках шпалеры уток также надо менять, чтобы избежать перекоса (кирса) ковра. Существует несколько приёмов смены утка, как с образованием просвета (так называемого реле) в полотне шпалеры, так и без него, со сцеплением двух утков между собой. В классической европейской шпалере реле зашивались на изнаночной стороне ковра. Просветы размером более 1 см ухудшают прочность ковра. В современном ковроткачестве иногда реле оставляют открытыми для получения новой фактуры.

Для достижения разнообразия оттенков (особенно это актуально при ограниченной палитре цветов) используется штриховка — приём, который был известен уже ткачам-коптам. Существуют три способа штриховки: простая, когда одиночные линии разных цветов чередуются между собой; зубцы (их форма усложнилась к XVI—XVII векам), вариация размеров которых позволяет достичь мягких переходов цвета, и свободная штриховка, когда уток прокидывается не по горизонтали, а по линиям, образующим рисунок.

В современном ткачестве, в отличие от классической гладкой шпалеры, широко используются приёмы ворсовой и махровой (неразрезанные, непрерывные узлы) техник, заимствованные из традиционного народного ковроделия. Ворсовая техника известна с эпохи ранней бронзы. Первоначально это была просто прокидка через нити основы непряженой шерсти, позднее появилось крепление разнообразными узлами. Ворсовая техника даёт возможность получить густой, достаточно короткий и плотный ворс, махровая — редкий, длиной от 15—40 мм и выше, отчего изделие выходит мягким, воздушным. Узлы вяжутся на двух нитях основы строго друг под другом или в шахматном порядке и укрепляются одной или несколькими каркасными прокидками утка. Применение ворсовой техники позволяет ткать большое произведение фрагментами на малой раме. После снятия с рамы фрагменты соединяются швами, которые скрывает ворс. Недостатком этих техник является возможность распускания узлов в готовом изделии.

Чистка, консервация, реставрация шпалер

Использование шпалер по прямому назначению неизбежно приводило к их старению, потере прочности и выцветанию. Первоначально (в период с XIV в. до начала XIX в.) западноевропейские шпалеры восстанавливались в шпалерных мастерских. С XIX

века началось формирование национальных школ реставрации шпалер, центрами их становились крупные собрания и музеи. С середины XX века появляются и вводятся в практику реставрационных мастерских новые научные методы исследования и консервации. С конца XX века в крупнейших научных и реставрационных центрах мира для определения методов очистки, реставрации и консервации шпалеры предварительно проводятся мероприятия по изучению технологических особенностей материалов, из которых выполнена шпалера. Комплекс предреставрационных исследований шпалеры включает в себя определение происхождения волокон; оценку их состояния и повреждений в шпалере; анализ красителей, их устойчивости; установление значения pH волокон; изучение технологических характеристик золотных нитей; определение происхождения загрязнений. Для исследований отбираются образцы нитей с изнаночной стороны шпалеры, так как на обратной стороне красители не разрушаются от воздействия света.

Шпалеры при поступлении в реставрацию непременно подвергаются сухой очистке с обеих сторон, так как при промывке шпалеры пыль под воздействием воды или растворителей образует более стойкие загрязнения. Решение о водной очистке принимается согласно результатам технологических исследований волокон. С 1990-х годов для водной очистки шпалер применяются специальные вакуумные столы, что значительно облегчает труд реставраторов, уменьшает время очистки и помогает избежать деформации шпалер. Чтобы избежать усадки, после промывки шпалеру закрепляют по периметру. Изделия, подверженные линьке (выполненные из нитей, окрашенных синтетическими красителями) или сильной деформации (шёлковые или шерстяные шпалеры на основе из хлопчатобумажных нитей), чистятся ватными тампонами и мягкими кистями.

К работам консервационным относятся: укрепление лакун (утрат) нитями шерстяными либо хлопчатобумажными; полное либо частичное дублирование поверхности шпалеры (решение о масштабе дублирования принимается в зависимости от того, будет ли изделие экспонироваться в составе постоянной экспозиции или только временно — на выставках); посадка шпалеры на подкладку. Широко используется укрепление тканей иглой, в том числе на новой основе. Достоинство этого способа в том, что укреплённое иглой полотно сохраняет свои первоначальные эластичность и мягкость, недостаток — волокно остаётся незащищённым от разрушающего воздействия внешней среды. Со второй половины XIX века используется приклеивание музейных тканей к новой основе с помощью мучного клейстера с желатином. Натуральный клей, в который добавляют смягчающие, смачивающие и препятствующие образованию плесени вещества, закрепляет ткань и образует защитный слой на поверхности волокна. В усовершенствованном виде этот обратимый метод укрепления (клей при необходимости легко удаляется водой) применяется и в настоящее время, так как его компоненты не разрушают ткань.

Комплекс реставрационных работ дополнительно включает в себя удаление (при необходимости, признанных неудачными) штопок и заплат, выполненных ранее, а также восполнение утрат полотна шпалеры (дублированием окрашенной тканью, шпалерным ткачеством, вышивкой). Исторически основным видом восстановления было ткачество утраченных фрагментов на добавленных нитях основы. Такие восполнения обыкновенно выполнены в безупречной технике. Однако для уточных нитей использовались красители, отличные от оригинальных, что со временем приводило к проявлению существенных различий в яркости цвета между восстановленными частями и полотном шпалеры. Шпалерное ткачество при реставрации применяется в настоящее время лишь в отдельных случаях при восстановлении небольших участков полотна. Широко используется

имитация структуры шпалеры окрашенными в цвет утка нитями, пришиваемыми на дублировочную ткань вприкреп.

Традиционно шпалеры вешались на стены за кольца, пришитые к верхнему краю. Такой способ подвески приводил к вытягиванию полотна. В XIX веке к шпалерам стали подшивать подкладку, что способствовало уменьшению деформации. В последнее время наиболее оптимальным признано крепление шпалер с помощью контактной ленты.

Резьба по дереву

— вид декоративно-прикладного искусства (также резьба является одним из видов художественной обработки дерева наряду с выпиливанием, токарным делом)

История резного дела в России

В России резьба по дереву называлась резным делом. Рисунок — ознамёнка, употреблялись также слова: вызорочье, узорочье. Резное дело в народных традициях. Резьба по плоской поверхности в виде косиц и прямей, зубчиков, городцев и киотцев, желобков, звёздок, маковиц, грибков, кляпышей и т. д. Образец этой древней резьбы — царское место в Успенском соборе.

Древние изображения травяных узоров — в византийском стиле. Не ранее XVI века появляется фрящина (фряжские травы) — травяные украшения, заимствованные в Италии.

Во второй половине XVII века в России появилась немецкая резьба, фигурная, с готическими мотивами. В 1660 году этой резьбой была украшена царская столовая, построенная по проекту немецкого архитектора Декенпина. Появились новые инструменты и немецкие названия и термины: гзымзумбь, шерхебель, шархебень, нашлихтебль и т. д. В резьбе и мебели появились карнисы, гзымзы, шпленгери, кракштыны (кронштейн), фрамуги, каптели, цыротные травы, фруфты и т. д. Мастера начали изготавливать резьбу по немецким мастерским лицевым книгам — то есть по образцам и рисункам.

Рези расписывались яркими красками, иногда покрывались сусальным золотом.

Современная резьба

Строгой классификации не имеет, поскольку в одном и том же изделии могут сочетаться разные виды резьбы.

Условно можно выделить три основных типа:

сквозная резьба (сюда относятся пропильная и прорезная резьба)
глухая резьба (все подвиды рельефной и плосковыемчатой резьбы)
скульптурная резьба

домовая резьба (является отдельным направлением, поскольку может сочетать в себе все три вышеперечисленных типа).

Условная классификация видов резьбы выглядит следующим образом:

Сквозная (ажурная) резьба — подразделяется на собственно сквозную и накладную, имеет два подвида: прорезную резьбу (сквозные участки прорезаются стамесками и резцами) и

пропильную резьбу (фактически то же самое, но такие участки выпиливаются пилой или лобзиком).

Плосковыемчатая резьба характерна тем, что её основой служит плоский фон, а элементы резьбы углубляются в него, то есть нижний уровень резных элементов лежит ниже уровня фона. Выделяют несколько подвидов такой резьбы: контурная резьба — самая простая, единственным её элементом является канавка. Такие канавки-желобки и создают рисунок на плоском фоне. В зависимости от выбранной стамески канавка может быть полукруглой или треугольной. Полукруглая прорезается полукруглой стамеской, а треугольная — резцом-уголком, угловой стамеской или обыкновенным ножом в два приёма. скобчатая (ногтевидная) резьба — основным элементом является скобка (внешне похожа на след, оставляемый ногтем при надавливании на любой мягкий материал, отсюда и пошло название ногтевидная) — полукруглая насечка на плоском фоне. Делается такая насечка полукруглой стамеской в два приёма: сначала стамеску углубляют в дерево перпендикулярно поверхности, а затем под углом на некотором расстоянии от первого надреза. В результате получается так называемая скобка. Множество таких скобок разных размеров и направлений и создаёт рисунок или его отдельные элементы. геометрическая (трёхгранная, трёхгранновыемчатая) резьба — имеет два основных элемента: колышек и пирамиду (заглубленная внутрь трёхгранная пирамидка). Выполняется резьба в два этапа: наковка и подрезка. Сначала резцом накалывают (намечают) сектора, которые необходимо срезать, а затем подрезают их. Выполняют все элементы ножом-косяком. Многократное использование пирамид и колышком на разных расстояниях и под разными углами даёт великое множество геометрических фигур, среди которых различают: ромбы, витейки, соты, цепочки, сияния и т. д. чернолаковая резьба — фоном служит плоская поверхность покрытая чёрным лаком или краской. Как в контурной резьбе прорезаются канавки на фоне, из которых и строится рисунок. различная глубина канавок и их разный профиль дают интересную игру светотени и контраста чёрного фона и светлых прорезанных канавок.

Рельефная резьба характерна тем, что элементы резьбы находятся выше фона или на одном уровне с ним. Как правило, в этой технике выполняются все резные панно. Выделяют несколько подвидов такой резьбы: плоскорельефная резьба с подушечным фоном — можно сравнить с контурной резьбой, но все края бороздок заоваливаются, причём порой с разной степенью крутизны (со стороны рисунка более резко, со стороны фона постепенно, отлого). За счёт таких заоваленных контуров фон кажется сделанным из подушек, отсюда и пошло название. Фон находится на одном уровне с рисунком. плоскорельефная резьба с выбранным фоном — та же резьба, но только фон выбирается стамесками на уровень ниже. Контурные рисунка заоваливаются также. абрамцево-кудринская резьба(кудринская) — зародилась в усадьбе Абрамцево под Москвой, в деревне Кудрино. Автором считают Василия Ворноскова. Резьба отличается характерным «кудреватым» орнаментом — выющимися гирляндами лепестков, цветов. Часто используются такие же характерные изображения птиц и животных. Как и плоскорельефная, бывает с подушечным и выбранным фоном. резьба «Татьянка» — этот вид резьбы появился в 90-х годах 20 века. Автор (Шамиль Сасыков) назвал этот сформировавшийся стиль в честь своей жены и запатентовал его. Как правило, такая резьба содержит растительный орнамент. Характерной особенностью является отсутствие фона как такового — один резной элемент постепенно переходит в другой или накладывается на него, таким образом заполняется все пространство.

Скульптурная резьба

Отличительная особенность — наличие скульптуры — изображения отдельных фигур (или групп фигур) людей, животных, птиц или других объектов. Фактически, является самым сложным видом резьбы, поскольку требует от резчика объёмного видения фигуры, чувства перспективы, сохранения пропорций. Отдельным подвидом её считается богородская резьба.

История резного дела в России

В России резьба по дереву называлась резным делом. Рисунок — о́знаме́нка, употреблялись также слова: вызорочье, узорочье. Резное дело в народных традициях. Резьба по плоской поверхности в виде косиц и прямей, зубчиков, городцев и киотцев, желобков, звёздок, маковиц, грибков, кляпышей и т. д. Образец этой древней резьбы — царское место в Успенском соборе.

В конце XV века инок Троице-Сергиевской лавры Амвросий соединил в своих работах восточный, западный и традиционный русский орнамент и оказал огромное влияние на развитие резного дела XV-XVI века.

Древние изображения травяных узоров — в византийском стиле. Не ранее XVI века появляется фрящина (фряжские травы) — травяные украшения, заимствованные в Италии.

Во второй половине XVII века в России появилась немецкая резьба, фигурная, с готическими мотивами. В 1660 году этой резьбой была украшена царская столовая, построенная по проекту немецкого архитектора Декенпина. Появились новые инструменты и немецкие названия и термины: гзымзумбь, шерхебель, шархебень, нашлихтебль и т. д. В резьбе и мебели появились карнисы, гзымзы, шпленгери, кракштыны (кронштейн), фрамуги, каптели, цыротные травы, фруфты и т. д. Мастера начали изготавливать резьбу по немецким мастерским лицевым книгам — то есть по образцам и рисункам.

Рези расписывались яркими красками, иногда покрывались сусальным золотом.

Плосковыемчатая резьба

Плосковыемчатая резьба характерна тем, что её основой служит плоский фон, а элементы резьбы углубляются в него, то есть нижний уровень резных элементов лежит ниже уровня фона. Выделяют несколько подвидов такой резьбы:

- **контурная резьба** — самая простая, единственным её элементом является канавка. Такие канавки-желобки и создают рисунок на плоском фоне. В зависимости от выбранной стамески канавка может быть полукруглой или треугольной. Полукруглая прорезается полукруглой стамеской, а треугольная — резцом-уголком, угловой стамеской или обыкновенным ножом в два приёма.
- **скобчатая (ногтевидная) резьба** — основным элементом является скобка (внешне похожа на след, оставляемый ногтем при надавливании на любой мягкий материал, отсюда и пошло название ногтевидная) — полукруглая насечка на плоском фоне. Делается такая насечка полукруглой стамеской в два приёма: сначала стамеску углубляют в дерево перпендикулярно поверхности, а затем под углом на некотором расстоянии от первого надреза. В результате получается так называемая скобка. Множество таких скобок разных размеров и направлений и создаёт рисунок или его отдельные элементы.
- **геометрическая (трёхгранная, трёхгранновыемчатая) резьба** — имеет два основных элемента: колышек и пирамиду (заглубленная внутрь трёхгранная пирамидка). Выполняется резьба в два этапа: наковка и подрезка. Сначала резцом

накалывают (намечают) сектора, которые необходимо срезать, а затем подрезают их. Выполняют все элементы ножом-косяком. Многократное использование пирамид и колышком на разных расстояниях и под разными углами даёт великое множество геометрических фигур, среди которых различают: ромбы, витейки, соты, цепочки, сияния и т. д.

- **чернолаковая резьба** — фоном служит плоская поверхность покрытая чёрным лаком или краской. Как в контурной резьбе прорезаются канавки на фоне, из которых и строится рисунок. различная глубина канавок и их разный профиль дают интересную игру светотени и контраста чёрного фона и светлых прорезанных канавок.

Рельефная резьба

Рельефная резьба характерна тем, что элементы резьбы находятся выше фона или на одном уровне с ним. Как правило, в этой технике выполняются все резные панно. Выделяют несколько подвидов такой резьбы:

- **плоскорельефная резьба** с подушечным фоном — можно сравнить с контурной резьбой, но все края бороздок заоваливаются, причём порой с разной степенью крутизны (со стороны рисунка более резко, со стороны фона постепенно, отлого). За счёт таких заоваленных контуров фон кажется сделанным из подушек, отсюда и пошло название. Фон находится на одном уровне с рисунком.
- **плоскорельефная резьба** с выбранным фоном — та же резьба, но только фон выбирается стамесками на уровень ниже. Контуры рисунка заоваливаются также.
- **абрамцево-кудринская резьба**(кудринская) — зародилась в усадьбе Абрамцево под Москвой, в деревне Кудрино. Автором считают Василия Ворноскова. Резьба отличается характерным «кудреватым» орнаментом — вьющимися гирляндами лепестков, цветов. Часто используются такие же характерные изображения птиц и животных. Как и плоскорельефная, бывает с подушечным и выбранным фоном.
- **резьба «Татьянка»** — этот вид резьбы появился в 90-х годах XX века. Автор (Шамиль Сасыков) назвал этот сформировавшийся стиль в честь своей жены и запатентовал его. Как правило, такая резьба содержит растительный орнамент. Характерной особенностью является отсутствие фона как такового — один резной элемент постепенно переходит в другой или накладывается на него, таким образом заполняется все пространство.

Скульптурная резьба

Отличительная особенность — наличие скульптуры — изображения отдельных фигур (или групп фигур) людей, животных, птиц или других объектов. Фактически, является самым сложным видом резьбы, поскольку требует от резчика объёмного видения фигуры, чувства перспективы, сохранения пропорций. Отдельным подвидом её считается богородская резьба.

Резьба по дереву

За долгую историю существования резьбы по дереву четко определились ее основные виды: плоскорельефная, рельефная, геометрическая (трехгранно-выемчатая), контурная, прорезная, накладная, объемная.

В **плоскорельефной резьбе** невысокое рельефное изображение, носящее обычно силуэтный характер, находится в одной плоскости с фоном. По технике выполнения плоскорельефная резьба подразделяется на резьбу с заovalенным контуром, подушечным или подобранным фоном.

Для **рельефной резьбы** характерны углубленный фон и выступающие над ним формы изображения - низкорельефные (барельеф) и высокорельефные (горельеф).

Геометрическая (выемчатая) резьба создает узор, заглубленный в гладкий фон. Представлена двумя основными техниками - трехгранно-выемчатой и скобчатой. Для трехгранно-выемчатой характерен геометрический узор, для скобчатой - ногтевидные или лунообразные элементы изображения.

Контурная резьба выполняется углубленными линиями по гладкому фону. Напоминает гравирование.

Прорезная (ажурная, сквозная, пропильная) резьба создается путем сквозного выпиливания или высверливания фона. Представляет собой тонкую, легкую, ажурную композицию, работающую на просвет.

При **накладной резьбе** вырезанное изображение накладывают на гладкую поверхность, что позволяет получать ровный фон без трудоемкой его выборки.

Под **объемной резьбой** понимают обычно мелкое трехмерное изображение - скульптуру.

В резьбе для достижения яркой декоративности подчас сочетаются разные ее виды: накладная резьба со сквозной, плоскорельефная с контурной и т.д.

Резные работы можно выполнять на древесине практически всех пород. Выбор дерева для резьбы диктуется назначением, видом и формой изделия. Начинающему резчику рекомендуется древесина липы - мягкая, однородного строения, достаточно вязкая, легко режется вдоль и поперек волокон.

Классическим материалом для резьбы считается дуб. Из него выполняются как монументальные, так и небольшие, камерные композиции.

Береза - исконно русский резной материал. Легко поддается обработке однородная, вязкая древесина ольхи. Необходимыми для резных работ качествами обладает серебристая древесина осины. С успехом применяются в любом виде резьбы также ива, рябина, груша, клен, грецкий орех, каштан и т.п.

В выборе материала для резьбы не следует ограничиваться только лиственными породами. Освоив технологию резных работ, можно браться и за хвойные породы - ель, сосну, пихту, лиственницу. Однако необходимо иметь в виду, что для тонкой резьбы они не годятся: их древесина очень хрупка и неравномерна по плотности, поэтому легко скалывается по слою, особенно, если элементы изображения мелкие.

Основным инструментом для резьбы по дереву являются стамески различной формы (рис. 1): плоские (прямые), полукруглые, клюкарзы, уголки, церазики, косяки.

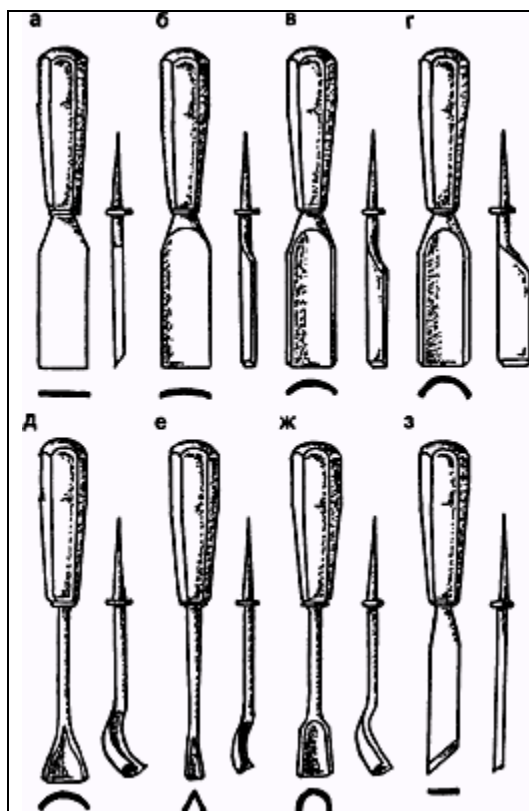


Рис. 1. Инструмент для резьбы по дереву:
 а, б, в, г - прямая, отлогая, средняя, крутая
 стамески;
 д - клюкарза;
 ж - церазик;
 з - нож-косяк.

Плоскими стамесками в основном режут и зачищают ровные и выпуклые поверхности. Полукруглые стамески (отлогие, средние, крутые, церазики) применяются для всех видов резьбы, кроме геометрической. Ими вырабатывают канавки и закругленные углубления. Для выполнения плоскорельефной и рельефной резьбы, а также для зачистки углубленного фона предназначены клюкарзы. При выборке узких линий-канавок удобны уголки, чаще всего они используются в плоскорельефной резьбе. Глубокие полости выдалбливают стамеской-долотом с помощью киянки.

Режущий инструмент должен быть хорошо и правильно заточен. Как это делается, показано на рис. 2.

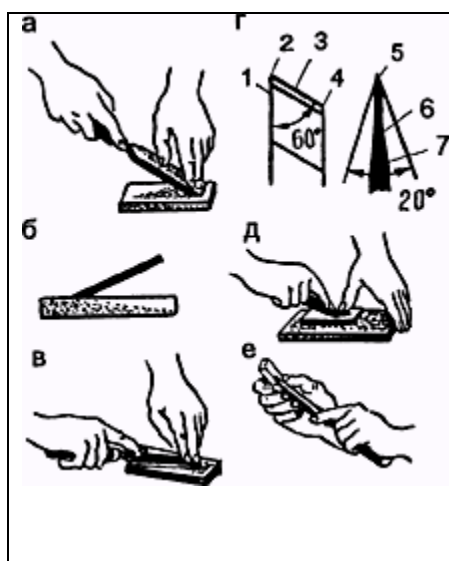


Рис. 2. Заточка реза:
 а - положение стамески при заточке со
 стороны фаски;
 б - положение стамески относительно
 бруска;
 в - положение стамески при заточке с
 лицевой стороны;
 г - режущая часть косяка (1 - угол скоса; 2
 - носок; 3 - лезвие; 4 - пятка; 5 - вторая
 фаска; 6 - первая фаска; 7 - угол
 заострения);
 д - правка лезвия;
 е - заточка полукруглой стамески на весу.

Резьбу выполняют по заранее разработанному рисунку, который через копирку переводят на подготовленную поверхность заготовки или изделия.

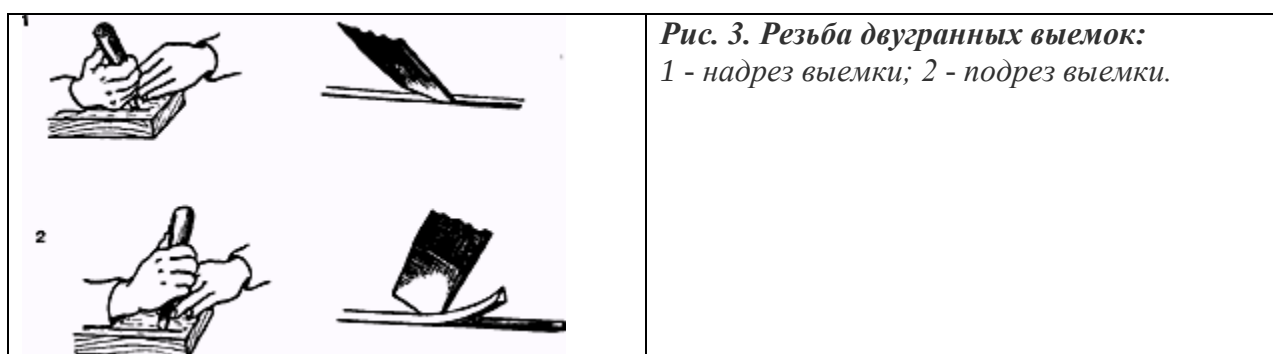
Характер рисунка обуславливается техникой резьбы. Так, при контурной композиции строится на линейном ритме. Треугольно-выемочная резьба диктует четкое геометрическое построение изображения в целом и каждого элемента в отдельности. Одно из важных требований геометрической резьбы - это четкость узора, выражающаяся в немногословной и несколько традиционной трактовке.

Композицию в резьбе отличают рациональная простота, неброская, но естественная красота, нежный светотеневой узор. Существуют традиционные правила ее составления. Если, например, создается композиция в круге (блюдо, тарелка), то всю поверхность делят концентрическими кругами на зоны: в центре - основной мотив типа розетки, по внешним участкам размещают вспомогательные, ритмически чередующиеся узоры.

Прямоугольное или квадратное поле орнамента также принято делить на несколько композиционных частей, каждую из которых заполняют резьбой и отделяют друг от друга углубленными контурными прорезями.

Установленные каноны служат лишь отправной точкой для свободного сочинения композиции.

Наиболее простая для освоения **геометрическая резьба**. Основу ее составляют двух-треугольные выемки. При разметке рисунка наносят только основные его линии, мелкие детали выполняют на глаз.



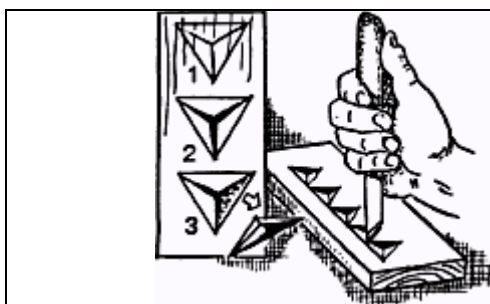
Двугранные выемки делают так (рис. 3). Сначала косяком режут линии вдоль и поперек волокон. Для этого на дощечке вдоль волокон предварительно чертят две параллельные линии. Закрепляют дощечку одним торцом в опоре, чтобы линии были перпендикулярны краю стола, и придерживают ее левой рукой. В правую руку берут косяк, плотно прижимая пальцами рукоятку к ладони, а большим пальцем упираясь в головку рукоятки. Тупой конец косяка должен быть обращен к ладони. Ставят косяк носком в начало первой линии с наклоном от себя под углом 45-60° и вперед по движению так, чтобы расстояние между дощечкой и пяткой было 5 мм. Углубляют лезвие в древесину на 2 мм и медленно ведут косяк вдоль линии вниз. Надрез сделан. Отступив 2 мм от его линии, ставят косяк с наклоном от себя под тем же углом и вперед и делают подрез. Так получается двугранная выемка.

Для резьбы поперек волокон линии размечают параллельно торцам. Дощечку закрепляют так, чтобы линии были перпендикулярны краю стола. Косяк держат, как описано выше. Нож будет легче идти поперек волокон, если его пятку чуть приподнять.

Совместив на одной поверхности параллельные линии вдоль и поперек волокон, можно получить простейший рисунок - в шашечку. Вариантом прямых параллельных линий, идущих по диагонали и под углом к краям дощечки, получается узор-сетка. Сначала

вырезают под углом все долевые линии, затем - поперечные, обязательно выдерживая одинаковый наклон ножа влево и вправо и параллельность линий. Повторением прямых двугранных выемок, расположенных вертикально или наклонно, создается узор лесенка.

Трехгранные выемки образуются из трех углубленных в древесину треугольников, соединенных вершинами. Наиболее часто используются две разновидности этой техники: резьба с углублением в вершине (кулички, сколышки, уголки) и в точке пересечения медиан (треугольники). Резьбу с углублением в вершине начинают с надкола боковых сторон. Поставив косяк вертикально носком на вершину треугольника так, чтобы лезвие располагалось вдоль одной из боковых сторон, и углубив носок в древесину на 3-4 мм, делают надкол (с обеих сторон одинаковый). Затем ставят косяк носком в левый угол основания, пяткой к себе, наклоняют его от треугольника и, постепенно углубляя носок в древесину по направлению линии надкола левой боковой стороны, подрезают нижнюю грань.



*Рис. 4. Резьба трехгранных выемок:
1 - разметка; 2 - накалывание; 3 - подрезка.*

При резьбе трехгранных выемок с углублением в точке пересечения медиан (рис. 4) косяк ставят вертикально носком в центр так, чтобы пятка его была направлена в один из углов. С усилием нажимают на рукоятку и углубляют носок на 2-3 мм в древесину, пяткой едва касаясь вершины треугольника. От середины, по мере приближения к другой вершине, постепенно выводят носок косяка на поверхность. При правильной и точной подрезке от заготовки легко отделяется маленькая трехгранная пирамидка. Повернув заготовку на 120°, делают следующую подрезку и извлекают вторую пирамидку, а при очередной подрезке - третью, последнюю. Так выбирают все элементы трехгранно-выемчатой резьбы.

Из трехгранных выемок с углублением в вершине, вырезанных на основе равносторонних или равнобедренных треугольников, можно выполнить такие элементы для узоров, как соты, бусы, чешуйки, шишки.

Различные комбинации из трехгранных выемок с углублением в точке пересечения медиан, вырезанных на основе равносторонних или равнобедренных и остроугольных треугольников - клиньев, позволяют создавать цепочки, ромбы, витейки, змейки, розетки, звездочки, крестики, сияния (рис. 5).

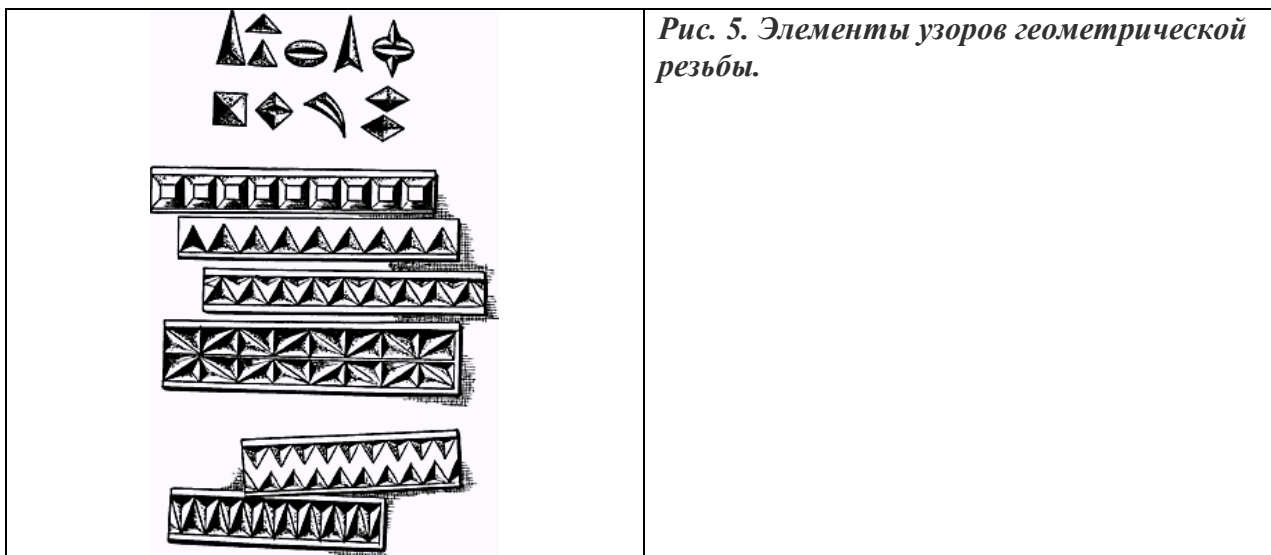


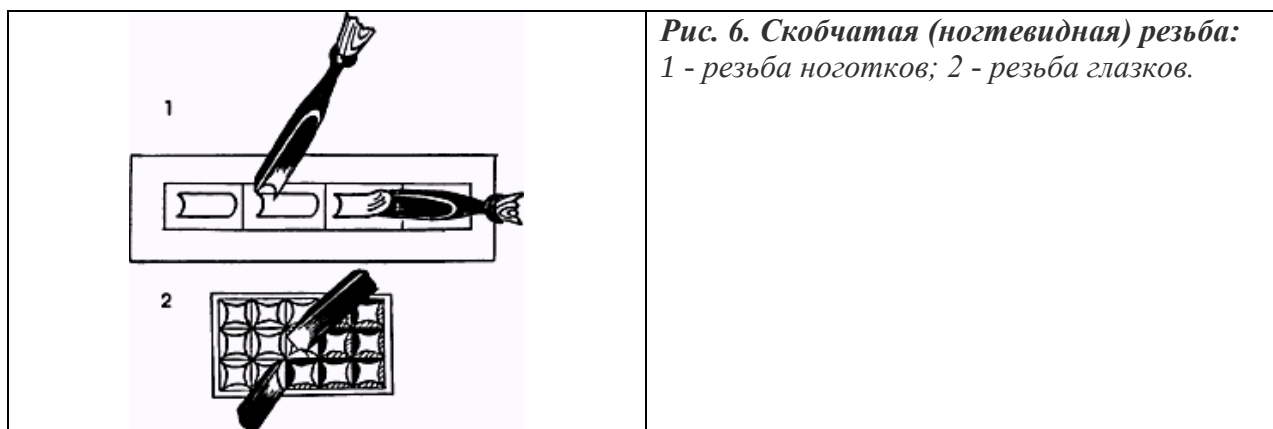
Рис. 5. Элементы узоров геометрической резьбы.

Остановимся на одном из часто встречающихся элементов геометрической резьбы - сиянии. Это сложная фигура. Она составляется из нескольких треугольников (трехгранных выемок-клиньев), сходящихся своими вершинами в центре, а основаниями упирающихся в стороны фигуры (квадрат, прямоугольник, ромб, круг), в которую они заключены. Выполняется сияние по-разному. Например, в квадрате оно вырезается следующим образом. Расчерчивают орнаментируемую поверхность вертикальными и горизонтальными линиями. В образовавшихся квадратах проводят диагонали, стороны между ними разделяют точками на равные части и соединяют точки с центром. Так получают удлиненные остроугольные треугольники. По этим наметкам делают трехгранные клиновидные выемки. Сияние, заключенное в квадрат, ромб, круг, образует как бы цветочную розетку. Сияние в углу или на краю композиции напоминает складной веер.

Геометрическая резьба эффектно смотрится на светлой, ничем не покрытой древесине. Иногда резьбу тонируют и подкрашивают. Для этого используют протраву, приготовленную из уксуса и горсти гвоздей. Настаивают раствор 3-5 дней, а затем, разбавив водой, тампоном наносят на отделяемую поверхность и сушат. Хорошо просушенное изделие шлифуют мелкозернистой шкуркой, и оно приобретает цвет старого дерева, а резьба станет более контрастной и рельефной.

Разновидностью геометрической резьбы является **скобчатая, или ногтевидная**. Основной ее элемент - скобчатая выемка, так называемый ноготок. Выполняют скобчатую резьбу полукруглыми стамесками с шириной лезвия от 5 до 12 мм. На дощечке параллельными линиями проводят полосу и разделяют ее на равные прямоугольники (рис. 6). В каждом из них вырезают ноготок. Для этого в левой части прямоугольника на расстоянии 2-3 мм от каждого края стамеской делают неглубокую вертикальную насечку, обращенную вогнутой частью влево. Той же стамеской с наклоном под углом 60° производят подрез с правого угла прямоугольника. Инструмент ведут влево до полукруглой зарубки. В результате отскакивает ноготок, а внутри остается выемка с полукруглыми краями. При выполнении ноготков поперек волокон надрез делают к себе, а подрез - от себя.

Из ноготков можно составить узор "зубчики". Для этого сначала снимают фаски в направлении от себя. Затем с нажимом под углом $20-30^\circ$ врезают стамеску, наклонив ее влево, так же надрезают и все остальные ноготки, но с наклоном вправо.



Ногтевидные выемки лежат и в основе узора "глазки". Так называют цепочку форм в виде чечевицы с горизонтальными прорезями посередине. Для выполнения этого элемента сначала с обеих сторон резак с наклоном около 20° надрезают среднюю линию. Затем полукруглую стамеску шириной 10 мм ставят фаской к себе и левым уголком наискосок к прорезанной линии. Правой рукой, слегка нажимая на стамеску, вращают ее по окружности лезвия, помогая вращению большим пальцем левой руки. Так же режут глазки и с другой стороны.

Техника **контурной резьбы** основана на углубленной линии, которой прорезают контур изображения. Иными словами, это как бы рисунок по дереву режущим инструментом.

Контурная резьба часто применяется в сочетании с геометрической, рельефной резьбой и с красочной росписью. Контуром в резьбе выполняются элементы орнамента, прожилки, сетки, части плодов, некоторые детали птиц и животных на рельефной резьбе.

Линию контура рисунка предварительно подробно прорабатывают на бумаге в шаблоне, затем переводят на отделяемую поверхность.

Резьбу контурной линии выполняют косячком и другим резчицким инструментом малых размеров. Крутые, краевые линии режут полукруглыми стамесками, более отлогие - косячком.

Процесс резьбы осуществляется в два приема: надрез и подрез. Косяк зажимают в кулаке лезвием на себя, ставят не вертикально, а несколько наклонно к поверхности, и с усилием ведут по контурам рисунка. Так делается надрез. После него выполняют подрез. Косяк держат в руке так же, только наклоняют в противоположную сторону и подрезают уже надрезанный контур. В результате вслед за ножом от заготовки отделяется трехгранная деревянная полоска-соломка. Резать нужно с одного раза. Следы срезов должны быть чистыми, контурные очертания - четкими, аккуратными.

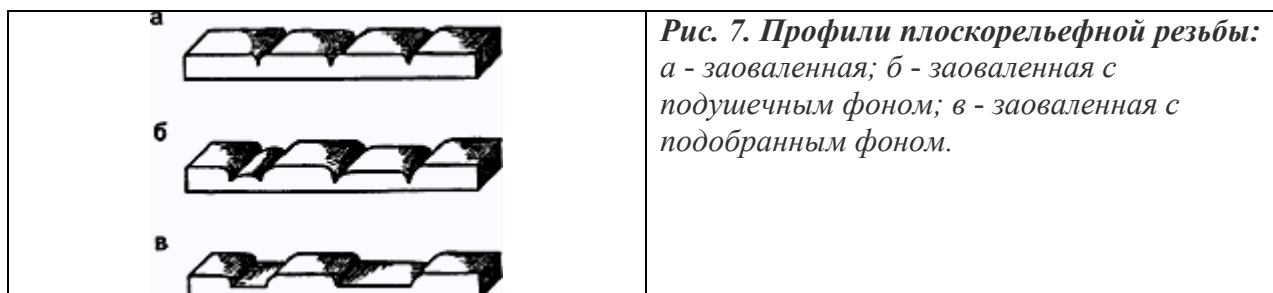
В большинстве случаев контурную резьбу можно выполнить только ножом-косячком. Им вырезают даже окружности любых диаметров. При этом следует иметь в виду, что чем меньше диаметр, тем острее должен быть угол заточки лезвия - до 30° .

Однако различные завитки, небольшие окружности лучше вырезать полукруглой стамеской. Ее ставят острой кромкой на 1-1,5 мм внутрь от линии круга, с небольшим наклоном к центру. Лезвие с нажимом углубляют в древесину на 3-4 мм и прокручивают вокруг оси. Таким образом продвигают стамеску до тех пор, пока линия не замкнется и, следовательно, будет закончен надрез. Подрез делают той же или несколько более отлогой стамеской. Отступают на 1-1,5 мм от линии рисунка во внешнюю сторону, с нажимом углубляют в древесину стамеску, немного отклонив ее от центра, и несколькими движениями срезают полоску. Если радиус скругления небольшой, надрез нужно делать не всем лезвием стамески, а одним заглубленным уголком, в то время как другой должен выступать наружу. Этим приемом можно пользоваться и в более сложной резьбе - рельефной.

Ширина и глубина прорезей обычно одинаковы по всему контуру изображения. Но их можно изменять, чтобы сделать резьбу более выразительной.

Поверхности, украшенные контурной резьбой, можно отлакировать до блеска или, наоборот, сделать их матовыми с помощью жидко разведенного лака. Можно заполнить прорези лаком с бронзовым порошком - это смотрится очень декоративно на черном фоне.

Плоскорельефная резьба - один из самых распространенных видов орнаментальной резьбы. В этой технике выполняются довольно сложные растительные мотивы и сюжетные композиции. Выделяют следующие разновидности плоскорельефной резьбы: с заovalенным контуром, с подушечным и с подобранным фоном (рис. 7).



В резьбе с заovalенным контуром на деревянной поверхности получается сплошной рельеф без фона, поскольку собственно узор и собственно фон выступают как равноценные. Все детали орнамента сначала прорабатываются по контуру косяком или полукруглой стамеской широкого радиуса изгиба. Надрезы и подрезы канавки выполняют на глубину 3-4 мм. Затем с верхних граней канавки снимают фаски, заovalивают контуры узора, придавая им скругленную, смягченную от поверхности вглубь конфигурацию. Фаски снимают по контуру рисунка равномерно с обеих сторон ножом-резаком, который держат с наклоном влево. Чем круче заovalивается линия, тем выше надо поднимать пятку резака. На прямых и пологих кривых линиях фаску можно снимать в направлениях от себя и на себя и пяткой резака, причем резьба пяткой получается более чистой. Прямые и пологие линии в крупной резьбе заovalивают прямой стамеской, слегка наклоняя ее к линии рисунка. На крутых изогнутых линиях фаску удобно снимать полукруглой стамеской.

Резьба с подушечным фоном - это разновидность резьбы с заovalенным контуром, только линии заovalивают и со стороны контура - круто, и со стороны фона - более отлого. Получается, что каждый просвет фона закруглен, закончен, а орнамент выступает выше фона как бы лежащим на подушечке. Подушечный фон делает композицию более насыщенной, тогда как в резьбе с заovalенным контуром она выглядит графичнее, суше.

Резьба с подобранным фоном выполняется так же, как и с подушечным, но в ней фон снимают - выбирают. Сначала делают надрез узора по внешнему контуру. Глубина надреза не везде одинаковая: на крутых линиях она большая, а в острых углах и местах соприкосновения элементов орнамента между собой - минимальная. Выполняя надрез, ставят инструмент на линию вертикально. Затем производят выборку фона: черновую на глубину 3 мм - полукруглыми отлогими стамесками, вторую - плоскими. После этого делают подрез форм орнамента, инструмент держат под углом к надрезу. Заovalивание выполняют, как при резьбе с подушечным фоном. Окончательно фон зачищают клюкарзами, циклей, шкурками. Можно украсить его с помощью пуансона чеканным узором.

Из плоскорельефных видов резьбы с подобранным и подушечным фонами наиболее сформировавшейся является абрамцево-кудринская, или просто кудринская резьба. Название и характер резьбы удивительным образом сочетаются с внешним видом подмосковной деревни Кудрино, где зародился этот вид резьбы: непрерывность движения

растительных побегов, текучесть гирлянд из листьев и цветов, ветвей вызывают желание назвать эти узоры кудрявыми.

В **рельефной резьбе**, в отличие от плоскорельефной, округляется не только контур орнамента, а вся его поверхность, и орнамент возвышается над фоном на 6-8 мм. Кроме того, отдельные элементы изображения могут иметь разную высоту.

Резьбу выполняют по четкому рисунку, нанесенному с кальки. Внешние контуры элементов прорезают не до конца, оставляя запас на отделку.

Надрез производят косяком или полукруглой стамеской, ставя лезвие точно на контур рисунка вертикально или с небольшим наклоном к центру узора. Пересекающиеся или находящиеся друг над другом линии надрезают по очереди: сначала верхнюю - на небольшую глубину, а потом нижнюю - значительно глубже. Контуры соприкасающихся элементов надрезают на минимальную глубину, а выходящих на фон - глубже. При подрезке инструмент ставят под углом 45° к линии надреза. Фаску снимают полукруглыми стамесками и косяком сначала с внутренних деталей орнамента, а затем - с граничащих с фоном. Черновую выборку фона производят круглыми стамесками, начиная с крупных участков.

В рельефной резьбе недопустимы обрезы не по контуру рисунка или с большим отвалом. Особенно вертикальный обрез необходимо выполнять аккуратно и с небольшим припуском по контуру для последующей обработки и зачистки края орнамента. Неправильный срез может сбить контур рисунка в резьбе, исправить который невозможно.

Рельефную резьбу чаще всего делают матовой с помощью жидко разведенного лака (нитроцеллюлозного, масляного, спиртового). В результате такой отделки резьба выглядит свежей, четко проявляется текстура срезов.

Резной рельеф можно тонировать морилками, протравами или водным раствором марганцовки, чтобы достичь более контрастного сочетания границ фона и углублений резьбы. Для изделий больших размеров, выполненных на дубе или другой крупнососудистой породе, рекомендуется отделка восковой мастикой. Рельефную резьбу также полируют. Лакируют до блеска редко.

Прорезная (ажурная) резьба выполняется путем сквозного выпиливания или высверливания фона. На подготовленную деревянную заготовку (доску) переводят рисунок. Участки фона, которые должны быть удалены, штрихуют. На них поближе к рисунку стамеской или сверлом делают отверстия. Затем выпиливают заштрихованные участки: крупные - выкружной пилой, мелкие - лобзиком. В углах фон выбирают узкой стамеской; стороны зачищают косяком, рашпилями, шкуркой. Моделировку орнамента производят соответственно применяемой резьбе - плоскорельефной или рельефной.

Плоской прорезной резьбой, как правило, украшают мебель. В этом случае она хорошо сочетается с контурной резьбой. В технике прорезной резьбы выполняют также наличники окон, карнизы, ставни.

Применяя прорезную резьбу в шкафчиках, ширмах, под нее в качестве фона подкладывают какой-нибудь материал, например яркую ткань.

Иногда прорезную резьбу прикрепляют к деревянной основе - тогда она называется накладной.

Объемная резьба используется для создания объемных пластических форм, художественные особенности которых выявляются при рассматривании их с разных сторон. В технике объемной резьбы выполняются декоративные детали построек, скульптура, бытовая утварь.

Деревянная скульптура - хотя и сложный, но довольно привлекательный вид объемной резьбы. Примером тому могут служить яркие, своеобразные богородские художественные изделия.

Они изготавливаются из мягкой древесины липы, осины, ольхи. Заготовки делают в виде "горбушки" (часть ствола с круглым верхом) - для горизонтальной скульптуры, в виде трехгранника (брусok древесины треугольного сечения) - для вертикальной.

По намеченным линиям производят черновую обрубку, придавая заготовке приблизительную форму фигурки или композиции. Затем полукруглыми стамесками (30-40 мм) прорабатывают основные объемы. Для обработки мелких деталей используют стамески шириной полотна не более 25 мм. Лишнюю древесину снимают поочередно со всех сторон заготовки. Богородским ножом окончательно отделяют скульптуру, как бы оглаживают ее, снимая тончайшую стружку. Завершают работу декоративной отделкой с помощью стамесок. Современные богородские изделия, как правило, не окрашиваются.

Освоение приемов объемной резьбы рекомендуем начинать с выполнения статичной фигурки человека - она хорошо вписывается в трехгранник. Для тренировки можно вырезать несколько фигурок, постепенно увеличивая размеры и усложняя форму. Особое внимание должно уделяться выявлению силуэта, передаче объемов и форм, достижению пластичности скульптуры во всех поворотах, обработке поверхности. Сквозные отверстия, например ноги, следует прорезать только после обработки крупными стамесками основных форм, чтобы избежать ошибки в распределении массы.

Освоив резьбу фигурок из трехгранника, можно перейти к скульптурной резьбе из "горбушки".

При создании многофигурной композиции сначала нужно решить ее в целом, а затем выполнять отдельные фигуры, предметы.

На последнем этапе резьбы с помощью полукруглых стамесок и ножа наносят орнаментальные порезки, воспроизводящие рисунок одежды человека, шкуры животного, прожилок листьев, фактуры травы и т.д. В некоторых случаях поверхность скульптуры шлифуют мелкозернистой шкуркой, затем лакируют или раскрашивают.

Керамика

(др.-греч. κέραμος — глина) — изделия из неорганических, неметаллических материалов (например, глины) и их смесей с минеральными добавками, изготавливаемые под воздействием высокой температуры с последующим охлаждением.

В узком смысле слово керамика обозначает глину, прошедшую обжиг. Однако современное использование этого термина расширяет его значение до включения всех неорганических неметаллических материалов. Керамические материалы могут иметь прозрачную или частично прозрачную структуру, могут происходить из стекла (см. ситаллы). Самая ранняя керамика использовалась как посуда из глины или из смесей её с другими материалами. В настоящее время керамика применяется как индустриальный материал (машиностроение, приборостроение, авиационная промышленность и др.), как строительный материал, художественный, как материал, широко используемый в медицине, науке. В XX столетии новые керамические материалы были созданы для использования в полупроводниковой индустрии и др. областях.

Виды керамики

В зависимости от строения различают тонкую керамику (черепок стекловидный или мелкозернистый) и грубую (черепок крупнозернистый). Основные виды тонкой керамики — фарфор, полуфарфор, фаянс, майолика. Основным видом грубой керамики — гончарная керамика.

Фарфор имеет плотный спекшийся черепок белого цвета (иногда с голубоватым оттенком) с низким водопоглощением (до 0,2 %), при постукивании издает высокий мелодичный звук, в тонких слоях может просвечивать. Глазурь не покрывает край борта или основание изделия из фарфора. Сырье для фарфора — каолин, песок, полевой шпат и другие добавки.

Фаянс имеет пористый белый черепок с желтоватым оттенком, пористость черепка 9 — 12 %. Из-за высокой пористости изделия из фаянса полностью покрываются бесцветной глазурью невысокой термостойкости. Фаянс применяется для производства столовой посуды повседневного использования. Сырье для производства фаянса — беложгущиеся глины с добавлением мела и кварцевого песка. Полуфарфор по свойствам занимает промежуточное положение между фарфором и фаянсом, черепок белый, водопоглощение 3 — 5 %, используется в производстве посуды. Майолика имеет пористый черепок, водопоглощение около 15 %, изделия имеют гладкую поверхность, блеск, малую толщину стенок, покрываются цветными глазурями и могут иметь декоративные рельефные украшения. Для изготовления майолики применяется литьё. Сырье — беложгущиеся глины (фаянсовая майолика) или красножгущиеся глины (гончарная майолика), плавни, мел, кварцевый песок. Гончарная керамика имеет черепок красно-коричневого цвета (используются красножгущиеся глины), большой пористости, водопоглощение до 18 %. Изделия могут покрываться бесцветными глазурями, расписываются цветными глиняными красками — ангобами (см. ангоб). Кухонная и хозяйственная посуда, декоративные изделия.

Современные высокотемпературные сверхпроводящие материалы также являются керамикой.

Виды керамики

В зависимости от строения различают тонкую керамику (черепок стекловидный или мелкозернистый) и грубую (черепок крупнозернистый). Основные виды тонкой керамики — фарфор, полуфарфор, фаянс, майолика. Основным видом грубой керамики — гончарная керамика. Кроме того различают керамику карбидную, боридную, силицидную и пр.

Фарфор имеет плотный спекшийся черепок белого цвета (иногда с голубоватым оттенком) с низким водопоглощением (до 0,2 %), при постукивании издает высокий мелодичный звук, в тонких слоях может просвечивать. Глазурь не покрывает край борта или основание изделия из фарфора. Сырье для фарфора — каолин, песок, полевой шпат и другие добавки.

Фаянс имеет пористый белый черепок с желтоватым оттенком, пористость черепка 9 — 12 %. Из-за высокой пористости изделия из фаянса полностью покрываются бесцветной глазурью невысокой термостойкости. Фаянс применяется для производства столовой посуды повседневного использования. Сырье для производства фаянса — беложгущиеся глины с добавлением мела и кварцевого песка.

Полуфарфор по свойствам занимает промежуточное положение между фарфором и фаянсом, черепок белый, водопоглощение 3 — 5 %, используется в производстве посуды.

Майолика имеет пористый черепок, водопоглощение около 15 %, изделия имеют гладкую поверхность, блеск, малую толщину стенок, покрываются цветными глазуриями и могут иметь декоративные рельефные украшения. Для изготовления майолики применяется литьё. Сырьё — беложгущиеся глины (фаянсовая майолика) или красножгущиеся глины (гончарная майолика), плавни, мел, кварцевый песок.

Гончарная керамика имеет черепок красно-коричневого цвета (используются красножгущиеся глины), большой пористости, водопоглощение до 18 %. Изделия могут покрываться бесцветными глазуриями, расписываются цветными глиняными красками — ангобами

История

Керамика известна с глубокой древности и является, возможно, первым созданным человеком материалом. Время появления керамики относят к эпохе мезолита и неолита.

Отдельные виды керамики формировались постепенно по мере совершенствования производственных процессов, в зависимости от свойств сырья и получаемых условий обработки.

Исторически керамические изделия были твёрдыми, пористыми и хрупкими.

Древнейший вид керамики — это обыкновенный горшечный товар с землистым, окрашенным и пористым черепком. Эта бытовая керамика разными способами облагораживалась — наносился рельеф штампованием и гравировкой, глянцевитым слоем (греческая керамика и римские Terra sigillata), цветной глазурью («Гафнеркерамика» Ренессанса).

Первоначально керамика формовалась вручную. Изобретение гончарного круга в третьем тысячелетии до нашей эры позволило изготавливать посуду с более тонкими стенками.

К концу XVI века в Европе появилась майолика (в зависимости от происхождения, также часто называется фаянсом). Обладая пористым черепком из содержащей железо и известь, но при этом белой фаянсовой массы, она была покрыта двумя глазуриями: непрозрачной, с высоким содержанием олова, и прозрачной блестящей свинцовой глазурью.

Декор писали на майолике по сырой глазури, прежде чем обжечь изделие при температуре порядка 1000 °C. Краски для росписи брались того же химического состава, что и глазурь, однако их существенной частью были окислы металлов, которые выдерживали большую температуру (так называемые огнеупорные краски — синяя, зеленая, жёлтая и фиолетовая). Начиная с XVIII века стали применять так называемые муфельные краски, которые наносились на уже обожжённую глазурь. Они используются и для росписи фарфора.

В XVI веке в Германии распространилось производство каменной керамической посуды. Белый (например, в Зигбурге) или окрашенный (например, в Ререне), весьма плотный черепок состоял из глины, смешанной с полевым шпатом и другими веществами. После обжига при температуре 1200—1280 °C каменная керамика становилась твердой и практически не пористой. В Голландии производили красную каменную керамику по образцу Китайской керамики, и ту же особенность обнаруживает керамика Бёттгера.

Каменная керамика также изготавливалась Веджвудом в Англии. Тонкий фаянс как особый сорт керамики с белым пористым черепком, покрытым белой же глазурью, появился в Англии в первой половине XVIII века. Фаянс в зависимости от крепости черепка делится на мягкий тонкий фаянс с высоким содержанием извести, средний — с более низким ее содержанием и твердый — совсем без извести. Этот последний по составу и крепости черепка часто напоминает каменную керамику или фарфор.

История появления керамики на Руси

Керамика в России

Археологические находки во многих древнерусских городах свидетельствуют о широком развитии на Руси гончарного ремесла. В Древней Руси применяли большей частью двухъярусные (нижний, топочный ярус зарывали в землю), гончарные горны, но были и одноярусные.

Монголо-татарское нашествие повлияло на развитие древнерусской культуры. История одной из ее ветвей — керамики сместилась из южных регионов в северные и западные пограничные города, в московские земли, поэтому не случайно возрождение изразцового искусства в Древней Руси было связано с Псковом и Москвой. Было уничтожено множество произведений русских гончаров IX—XII веков. Например, исчезли двуручные корчаги-амфоры, вертикальные светильники, более простым стал орнамент, искусство перегородчатой эмали, глазурь (самая простая — жёлтая, уцелела только в Новгороде).

В XIII—XIV столетиях в Пскове получила распространение муравленая черепица, применяемая для головного убора православных храмов. Она, вероятно, породила простые облицовочные плитки, а затем изразцы с узором и румпой для крепления в кладке стен.

На территории Псково-Печерского Свято-Успенского монастыря сохранились уникальные памятники глазурованной керамики — более ста древних надгробных монашеских плит (керамид), вмурованных в стены подземных галерей. Достигающие в среднем высоты 45-60 см и имеющие ширину 30-40 см, они выполнены из обожженной глины с темно-зеленой поливой. Количество и высокое художественное качество изделий свидетельствует о том, что в монастыре издревле процветало керамическое производство. Керамиды впервые на Руси начали изготавливать именно на Псковщине в XVI веке. В монастыре была специальная гончарная мастерская.

Псковские гончарные изделия, такие как посуда, узнаваемы по своим формам. Искусство псковских мастеров ярко проявилось в изготовлении декоративной керамики.

Прозрачная керамика

Исторически керамические материалы непрозрачны из-за особенностей их структуры. Однако спекание частиц нанометровых размеров позволило создать прозрачные керамические материалы, обладающие свойствами (диапазоном рабочих длин волн излучения, дисперсией, показателем преломления), лежащими за пределами стандартного диапазона значений для оптических стёкол.

Нанокерамика

Нанокерамика - керамический наноструктурный материал (англ. nanoceramics) — компактный материал на основе оксидов, карбидов, нитридов, боридов и других неорганических соединений, состоящий из кристаллитов (зерен) со средним размером до 100 нм. Нанокерамика применяется для производства бронекерамики, генераторных ламп СВЧ-диапазона, подложки для полупроводниковых приборов, изоляторов для вакуумных дугогасительных камер, силовых полупроводниковых приборов и электроннооптических преобразователей в приборах ночного видения.

Технология производства керамических изделий

Технологическая схема производства керамической плитки включает следующие основные фазы:

1. Приготовление шликера;
2. Формовка изделия;
3. Сушка;
4. Приготовление глазури и глазуровка (эмалировка);
5. Обжиг.

Сырьё для керамических масс подразделяется на пластичное (глины и каолины) и непластичное. Добавки шамота и кварца уменьшают усадку изделий и вероятность растрескивания на стадии формования. В качестве стеклообразователей используют свинцовый сурик, буру.

Приготовление шликера

Приготовление шликера идёт в три фазы:

1. Первая фаза: помол полевого шпата и песка (помол ведётся от 10 до 12 часов);
2. В первую фазу добавляется глина;
3. Во вторую фазу добавляется каолин. Готовый шликер сливается в ёмкости и выдерживается.

Транспортировка из сырьевого склада производится при помощи погрузчика в приёмные бункера. Откуда по конвейеру отправляется либо в шаровую мельницу (для помола), либо в турборастворители (для роспуска глины и каолина)

Участок по приготовлению глазури

Глазури — глянцевидные сплавы, расплавляющиеся на керамическом черепке слоем толщиной 0,12 — 0,40 мм. Глазурь наносится, чтобы прикрыть черепок изделия плотным и гладким слоем, а также для придания изделию с плотным черепком повышенной прочности и привлекательного внешнего вида, для гарантии диэлектрических свойств и защиты декора от механических и химических воздействий.

В состав глазури входит тонко измельчённый циркон, мел, белила. В одну из определяемых технологом ёмкостей загружается готовая глазурь. Её пропускают несколько раз через вибросита и магнитноуловители для извлечения металлических примесей, наличие которых в глазури может повлечь за собой образование дефектов в ходе производства. В состав добавляется клей, и глазурь отправляется на линию.

Формование

Перед формовкой шликер загружается в одну из ёмкостей. Три ёмкости используются поочерёдно (меняясь примерно раз в сутки) для определённого стенда. Форму предварительно очищают от остатков шликера после предыдущей формовки, обрабатывают шликерной водой и просушивают.

Шликер заливают в просушенные формы. Формы рассчитаны на 80 заливок. При формовании используется наливной способ. Форма впитывает в себя часть воды, и объём шликера уменьшается. В форму доливают шликер для поддержания требуемого объема.

После затвердевания изделия просушиваются, производится первичная отбраковка изделий (трещины, деформации).

Ручная обработка изделий

После формования изделия поступают в цех ручной обработки.

После нанесения глазури изделие отправляется на обжиг в печь. Печь укомплектована модулем предварительной сушки, камерами обеспыливания и обдува. Термическая обработка ведётся при температуре 1230 градусов, длина печи составляет порядка 89 метров. Цикл от погрузки до разгрузки вагонетки составляет около полутора суток. Обжиг изделий в печи проходит в продолжение суток.

После обжига проводят сортировку: разделение на группы подобных изделий, выявление дефектов. Если дефекты устранимы, то они отправляются на доработку и удаляются вручную на участке реставрации. В противном случае изделие считается бракованным.

Вышивание

— общеизвестное и распространенное рукодельное искусство украшать самыми разными узорами всевозможные ткани и материалы, от самых грубых и плотных, как, например: сукно, холст, кожа, древесная кора, до тончайших материй — батиста, кисеи, газа, тюля и пр.

Определение

Вышивка, широко распространённый вид декоративно-прикладного искусства, в котором узор и изображение выполняются вручную (иглой, иногда крючком) или посредством вышивальной машины на различных тканях, коже, войлоке и других материалах льняными, хлопчатобумажными, шерстяными, шёлковыми (чаще цветными) нитями, а также волосом, бисером, жемчугом, драгоценными камнями, блёстками, монетами и т. п. Для шитых аппликаций (разновидность вышивки, часто с рельефным швом) используются ткани, мех, войлок, кожа. Вышивка применяется для украшения одежды, предметов быта, для создания самостоятельных декоративных панно.

Бесконечно разнообразны виды швов:

для «глухой» вышивки, то есть по целой ткани, характерны крест, гладь, набор, роспись, тамбур и др.;

для «строчки», то есть вышивки по ткани с предварительно вырезанными или выдернутыми на отдельных её участках нитями, — мережка, «перевить», настил, гипюр и др.

Применяемые как по отдельности, так и в различных комбинациях друг с другом, они позволяют создавать вышивки от совсем плоских до выпуклых, от легчайших контурных или ажурных сетчатых («кружевных») до «ковровых», плотно укрывающих всю поверхность изделия. Рисунок с геометрическими формами выполняется

преимущественно счётной вышивкой (отсчётом нитей полотна), а криволинейный рисунок — «свободной» вышивкой (по нанесённому заранее контуру). Главные выразительные средства вышивки как вида искусства: выявление эстетических свойств материала (переливчатый блеск шёлка, ровное мерцание льна, сияние золота, блёсток, камней, пушистость и матовость шерсти и т. д.); использование свойства линий и цветовых пятен узора вышивки дополнительно воздействовать ритмически чёткой или прихотливо-свободной игрой швов; эффекты, извлекаемые из сочетания узора и изображения с фоном (тканью или другой основой), близким или контрастным вышивке по фактуре и цвету.... В большой советской энциклопедии о вышивке сказано так:

Вышивка, широко распространённый вид декоративно-прикладного искусства, в котором узор и изображение выполняются вручную (иглой, иногда крючком) или посредством вышивальной машины на различных тканях, коже, войлоке и других материалах льняными, хлопчатобумажными, шерстяными, шёлковыми (чаще цветными) нитями, а также волосом, бисером, жемчугом, драгоценными камнями, блёстками, монетами и т. п. Для шитых аппликаций (разновидность вышивки, часто с рельефным швом) используются ткани, мех, войлок, кожа. Вышивка применяется для украшения одежды, предметов быта, для создания самостоятельных декоративных панно.

- Бесконечно разнообразны виды швов:
 - о для «глухой» вышивки, то есть по целой ткани, характерны крест, гладь, набор, роспись, тамбур и др.;
 - о для «строчки», то есть вышивки по ткани с предварительно вырезанными или выдернутыми на отдельных её участках нитями,
 - о — мережка, «перевить», настил, гипюр и др.

Применяемые как по отдельности, так и в различных комбинациях друг с другом, они позволяют создавать вышивки от совсем плоских до выпуклых, от легчайших контурных или ажурных сетчатых («кружевных») до «ковровых», плотно укрывающих всю поверхность изделия. Рисунок с геометрическими формами выполняется преимущественно счётной вышивкой (отсчётом нитей полотна), а криволинейный рисунок — «свободной» вышивкой (по нанесённому заранее контуру).

- Главные выразительные средства вышивки как вида искусства:
 - о выявление эстетических свойств материала (переливчатый блеск шёлка, ровное мерцание льна, сияние золота, блёсток, камней, пушистость и матовость шерсти и т. д.);
 - о использование свойства линий и цветовых пятен узора вышивки дополнительно воздействовать ритмически чёткой или прихотливо-свободной игрой швов;
 - о эффекты, извлекаемые из сочетания узора и изображения с фоном (тканью или другой основой), близким или контрастным вышивке по фактуре и цвету....

История

Страсть к украшению себя и своей одежды с целью выделиться чем-нибудь из окружающей среды свойственна человеческой природе, даже в первобытном, полудиком её состоянии; так, например, краснокожие индейцы украшают одеяла различными вышивками; лапландцы на своей одежде из оленьей кожи вышивают самые разнообразные узоры. Вышивание известно было в глубокой древности, и, как многих

других отраслей искусства и науки, колыбелью его был Восток. В Азии это искусство широко процветало уже гораздо ранее того, чем оно стало известно грекам и римлянам, хотя греки и приписывают изобретение вышивания Минерве, Афине-Палладе.

Легенда об Арахне, подробно переданная в метаморфозах Овидия, рассказывает, что дочь красильщика Идмона в Колофоне, выучившись у богини ткать и вышивать, превзошла в этом искусстве свою преподавательницу и, вызвав её на состязание, победила в большой вышивке, изображающей похождения богов. Минерва, рассерженная своим поражением, бросила челнок в голову соперницы; Арахна с горя повесилась и была богиней превращена в паука. В Одиссее упоминается о вышивании и указывается на великолепный плащ Улисса, передняя часть которого была богато разукрашена золотым шитьем. Точно так же у Гомера говорится, что Парисом привезены были в Трою богатые вышивки из Тира и Сидона, славившихся уже в те времена своим искусством, а в III песне Илиады описываются занятия Елены, вышивавшей по белоснежной ткани битвы из-за неё троян и греков.

Более развитое искусство вышивания заимствовано греками у персов, когда во время походов Александра Македонского они познакомились с роскошью азиатских народов. Страбон описывает удивление греков при виде одежд, покрытых золотыми вышивками и осыпанных драгоценными камнями, а также тонких индийских тканей, богато разукрашенных разноцветными вышивками. Победив Дария, Александр Македонский завладел его шатром и, придя в восторг от роскошных по нему вышивок, заказал себе великолепный плащ искусным киприоткам. Во времена Моисея, искусство В. было сильно развито, особенно славился своим искусством Ахалиаб из колена Дана. Одежда Аарона и сыновей его во время богослужений состояла из ткани, выделанной из полотна, вышитого разноцветными узорами. В книге Исхода мы видим также, что занавесь, скрывающая Святую Святых, была из льняной ткани с вышитыми по ней пунцовыми херувимами. Соломон заказал для своего храма вавилонянам, славившимся своим искусством, голубую занавесь с вышитыми по ней пурпуровыми херувимами. Ассирияне и евреи, вероятно, заимствовали вышивание из Египта. О значительном распространении вышивания в Египте свидетельствуют сохранившаяся, хотя и в редких случаях, вышитая одежда на мумиях и изображения древних египетских фараонов на саркофагах и на памятниках.

Так как древние народы были пастухами, то и первые ткани и вышивки выделялись из шерсти. Впоследствии, когда в Египте открыты были волокнистые свойства некоторых растений, преимущественно пеньки и льна, из них стали выделять ткани, которые по своей белизне оказались особенно подходящими к великолепию религиозных обрядов и для этой цели употреблялись у всех древних народов. Позднее в Индии найдено было хлопчатобумажное растение, и там начали делать тончайшие ткани, по которым вышивали шерстяными, бумажными и, наконец, золотыми нитками.

Некоторые писатели приписывают фригийцам изобретение **вышивания золотом**. Достоверно только, что римляне познакомились с ним через Атталу, царя пергамского, умершего в 133 г. до н. э.; поэтому первые вышивки золотом получили название атталинских; но так как по искусству исполнения самые лучшие вышивки вообще были фригийские, то римляне называли все вышивки «phrygionae», а вышивальщиков — «phrygio». Первый появившийся в Риме в вышитой золотом одежде, был, по словам Дениса Галикарнасского, Тарквиний Древний. Вообще, страсть к богатым вышивкам быстро распространилась в Греции и Риме и доходила до таких чудовищных размеров, что нередко правительством делались попытки запретить или, по крайней мере, несколько сократить безумную роскошь, но безуспешно. Ещё и ранее того, у древних

азиатских народов, эта страсть к богатым вышивкам была так развита, что против неё возникали нередко сильные протесты; так, напр., пророк Езекиил осуждал женщин своего времени за их безумную роскошь в украшениях и вышивках. Шелк, происходя из Китая, стал известен на Западе гораздо позже; хотя Аристотель и упоминает о червяке, изменяющемся три раза, и о шелковой пряже, но это только исключительный факт, и всего вероятнее, что даже на Востоке, в Персии, Индии, Египте с шелком познакомились незадолго до Рождества Христова. В Риме он впервые появился во времена Юлия Цезаря: Виргилий первый говорит о шелке, но ещё при императоре Тиверии шелк считался большою редкостью и стоил чрезвычайно дорого. Так как китайцы ревниво оберегали вывоз в другие страны шелковичных червяков, то император Юстиниан, чтобы добыть их, должен был прибегнуть к хитрости: два монаха богомольца доставили ему в Византию в своих бамбуковых посохах несколько червяков; с тех пор разведение шелковичных червей и производство шелка стало быстро распространяться - сначала в Малой Азии, а потом и на юге Европы. Вообще, при византийских царях искусство В. достигло высокой степени совершенства, как по богатству, так и по исполнению. Вышивками не только покрывали одежду, но с особенною роскошью вышивали конские сбруи и седла. При византийских же царях введено было впервые в В. употребление серебряных ниток. Неизвестно, существуют ли византийские вышивки древнее VII века н. э.; это сомнительно, хотя в Петербурге, в Эрмитаже, хранится шерстяная материя с вышитыми по ней зелёными и жёлтыми пальмами, которая считается произведением III века христианской эры. В Бамберге, в Баварии, находится древняя византийская вышивка, найденная в могиле Гумберта, епископа бамбергского, умершего в 1062 году.

Эта вышивка представляет императора Константина (верхом на белом коне), которому поклоняются Запад и Восток в лице двух женщин, подносящих ему — одна шлем войны, другая лавровый венок. Когда в VII веке быстро распространяющийся ислам стал наносить жестокие удары могуществу Византийской империи, оно несколько не повлияло на дальнейшее развитие и процветание искусства вышивания. Наоборот, роскошь калифов в этом отношении доходила до баснословных размеров: не только одежда, конская сбруя и седла, но и сапоги и ножны сабель были богато разукрашены вышивками. В числе подарков, посланных Гаруном аль-Рашидом Карлу Великому, был роскошно вышитый шатер. Во Франции ещё ранее того, благодаря установившимся частым торговым сношениям с греческими колониями, искусство вышивания стало быстро распространяться, но первые сюжеты вышивок были почти исключительно заимствованы из Св. Писания. Карл Великий, сам любивший роскошно одеваться, дал сильный толчок дальнейшему развитию этого искусства. При его дворе все женщины, начиная с жены его Берты и дочерей его, были искусными вышивальщицами. Сестра же его Гизелла основала несколько монастырей в Провансе и в Аквитании, где преподавались всякие рукодельные работы. Между замечательными вышивками особенно известна хранящаяся в музее в Байё (Bayeux), большая и искусная, хотя и наивная по исполнению, вышивка Матильды, жены Вильгельма Завоевателя, изображающая все эпизоды завоевания Англии нормандским герцогом. В Англии ещё ранее того искусство В. уже стояло на высокой степени совершенства; в VII веке игуменьей монастыря св. Этельреда поднесена была богатая вышивка епископу св. Кутберту. На знамени, сопутствовавшем Альфреду Великому во всех его битвах, вышит был датскими принцессами великолепный ворон, а Эджита, жена Эдуарда Исповедника, была известна в Англии как искусная вышивальщица. Из Англии это искусство перешло в Германию, где вскоре получило широкое применение. Генрих Святой был особенным почитателем хороших вышивок, а Гизелла, жена короля Венгрии, св. Стефана, устроила вблизи своего дворца мастерские для тканья и вышивания; здесь изобретен был, так называемый венгерский шов, в котором весь фон вышивается зигзагами. Крестовые походы, близко познакомившие жителей Западной Европы с великолепием Востока, много способствовали широкому

распространению богатых вышивок, заимствованных как с византийских образцов, так и у мусульман. Особенно занимались этим искусством в монастырях; также и знатные дамы, запертые в замках, во время походов и рыцарских походов своих супругов, посвящали В. своё свободное время. Установившиеся торговые сношения Венеции, Генуи и других итальянских городов с азиатскими народами быстро вновь развили вкус к богатым украшениям в странах юга Европы. Особенно славились вышивки миланские, лукские, венецианские и генуэзские. В эпоху Возрождения, когда при великолепии двора Лоренцо Медичи дан был такой сильный толчок развитию всех искусств и художеств, В. наравне с другими достигло высокой степени совершенства; лучшие художники делали рисунки для В. и сам Рафаэль интересовался этим искусством. Испанцы, подражая итальянцам, также достигли большого искусства в вышивке; о том свидетельствуют некоторые вышитые картины и вышивки со священной целью, сохранившиеся во многих музеях и коллекциях.

Между ними особенно замечательна картина, изображающая Адама и Еву, в музее Клюни и церковный налож, подаренный Карлом V монастырю св. Юста (St. Just), куда он удалился в последние годы жизни и где он умер в 1558 году; эта вышивка находится в коллекции Spitzen. Следует заметить, что долгое время в одной Саксонии исполнялось вышивание белой нитью по белым тканям (broderie blanche), которое теперь так распространено везде, особенно на западе Европы. В остальных государствах почти исключительно вышивали по сукну или шелку золотыми, серебряными, шерстяными и шелковыми нитками. Заметим, что сверх того, многие знаменитые женщины во Франции были искусными вышивальщицами: Екатерина Медичи, окруженная своими дочерьми, их кузинами де Гиз и Мария Стюарт проводили свои досуги в рукодельных занятиях. Г-жа де Ментенон так любила вышивать, что даже во время прогулки, в карете, всюду можно было видеть её с работою в руках; она же ввела преподавание этого искусства в женской школе St.-Syr, ею основанной; когда эта школа находилась под её прямым заведованием, В. в ней было в особенном почете. Даже Мария-Антуанетта также много вышивала, особенно по канве мелким швом (au petit point).

Сначала узоры для вышивки переходили из рук в руки и копировались самими вышивальщицами, что нередко представляло им большие затруднения; после изобретения книгопечатания узоры сделались более общедоступными, они собирались и издавались в специальных с этой целью книгах. Первый сборник такого рода издан был в Кёльне в 1527 г. Петром Квинти (Pierre Quinty). В изыскании новых моделей для вышивок рисовальщики старались ближе подходить к природе и перенимать все оттенки живых цветов и растений. Заметив это, некто Жан Робэн (Jean Robin) вздумал устроить специальный сад для этой цели и стал в нём разводить самые разнообразные чужестранные и редкие растения. Его затея имела громадный успех; вскоре его цветочное заведение куплено было Генрихом IV и, став принадлежностью правительства, стало называться «королевским садом». В 1626 г. учёному Гюи де ла Бросс (Guy de la Bross) пришла счастливая мысль воспользоваться этим садом с его многочисленными растениями для научного обучения студентов-медиков. Так основан был первый ботанический сад (Jardin des Plantes) с его музеем естественных наук: вышивка косвенным образом оказала помощь и услугу науке.

Виды вышивания

- Вышивка синелью
- Вышивка крестом
- Вышивка гладью
- Вышивка Ришелье (ажурная вышивка)
- Вышивка лентами

- Вышивка шелком
 - Вышивка золотом (золотыми нитями)
 - Вышивка бисером
 - Изонить
 - Аппликация
- (англ.) candlewicking — стиль вышивки, обычно нитками натурального цвета на натуральном полотне, с использованием глади и французских узелков

Способ вышивания

- Машинная вышивка
- Ручная вышивка

Машинная вышивка

Основная статья: **Машинная вышивка**

С некоторых пор ручной труд для простых вышивок почти совершенно вытеснен машинным шитьем. Первая вышивальная машина появилась во Франции в 1821 г., но имя изобретателя осталось неизвестно, и вообще не осталось никаких сведений относительно её механизма. 4 года спустя г. Бартеlemi Тимонье д'Амплепи (Barthelemy Thimonnier d'Amplepis) изобрел другую машину, которая все-таки не оказалась удобоприменимой для широкого производства. Наконец, на французской выставке 1854 г. появилась машина Гейльмана, которая возбудила всеобщий восторг и произвела целый переворот в производстве вышивок. С тех пор в машине Гейльмана сделано было несколько незначительных изменений, из которых самые удачные изобретены г. Барбом Шмитцом из Нанси; но принципиальная идея и механизм машины Гейльмана остались те же. Без сомнения, машинное вышивание может только быть применимо к не особенно сложным узорам для того, чтобы вышивки могли быть общедоступны и могли получить широкое распространение, иначе затраты при введении нового рисунка так велики, что они не могут оплачиваться. Многие до сих пор предпочитают ручное В., находя, что оно и прочнее и красивее, то есть художественнее, так как фантазия вышивальщицы, не стесненная узкими рамками машинного производства, имеет полный простор. Здесь следует упомянуть о том, что в конце 1880-х годов в Западной Европе, особенно во Франции, стали широко распространяться вышивки по русским общеизвестным образцам, с петушками, конями и т. под. фигурами, вышиваемыми красными, синими и жёлтыми нитками по белой ткани. Одежды с подобными вышивками в 1890 и 1891 гг. можно было встретить часто в Париже на женщинах в собраниях, а особенно на молодых дамах и детях. Подробное описание разных способов вышивания можно найти в «Курсе женских рукоделий» (изд. журнала «Вестник Мод»). Это собственно переделка или даже в основном перевод французской книги: «Encyclopedie des ouvrages de dames», p. Th. Delmont. Рисунки также перепечатаны из этой книги.

Вязание

— процесс изготовления изделий (обычно элементов одежды) из непрерывных нитей путём изгибания их в петли и соединения петель друг с другом с помощью несложных инструментов вручную (вязальный крючок, спицы) или на специальной машине (механическое вязание). В египетской гробнице найдена вязаная детская обувь, возраст которой более четырех тысяч лет.

История

Вязаные носки, найденные в коптских гробницах, датируются IV—V вв., самые древние (III в., эпоха Прато-Наска) вязаные вещи Нового света обнаружены в Перу. Высокое качество исполнения вещей из могил коптов позволяет считать, что техника вязания была известна гораздо раньше. В 1867 году Уильям Фелкин выдвинул гипотезу, что вязание было известно ещё во времена Троянской войны. Согласно Фелкину, убор, который героиня «Одиссеи» Пенелопа распускала каждую ночь, на самом деле не ткался, а вязался, так как только в последнем случае распушенная нить не деформируется, а сам процесс требует немного времени. То, что в «Одиссее» используется термин «тканье» Фелкин объяснял неточностью перевода и ошибками переписчиков. Изображения на древнегреческих вазах пленных троянцев в узких, облегающих штанах, дают основания некоторым исследователям утверждать, что грекам было известно вязание. Возможно, что изображённый в Келлской книге (ок. 800) пророк Даниил облачён в узкие штаны (прообраз современных леггинсов), связанные аранским узором

В Скандинавии в эпоху викингов практиковалась техника, ошибочно названная в России в конце XX века вязание иглой. Более трудоёмкий вид создания полотна деревянной или костяной иглой, которое в отличие от трикотажного, связанного крючком или спицами, невозможно распустить, потянув за кончик нити. Эта техника сохранялась на Русском Севере до начала XX века под исконным названием — «копанье». Археологические находки фрагментов вещей, выполненных в этой технике из Англии (Коппергейт), Финляндии (Кокомаки), Германии (Маммен), Норвегии (Осло), России (Новгород) датируются X—XI веками. Способов "вязания" иглой насчитывается около тридцати. При раскопках найдены лишь небольшие вещи, выполненные в этой технике (рукавицы, носки, головные повязки). Учёные объясняют это обстоятельство тем, что вязание иглой — процесс довольно медленный, большие изделия выглядят не так выигрышно, как тканые, а рабочая нить бралась довольно короткая, и приходилось делать много соединений, что уменьшало прочность полотна. Традиция вязания иглой сохранялась в местностях с суровым климатом вплоть до конца XX века.

В центральной и южной Европе искусство вязания возродилось в XIII веке. В гробницах принцев из рода де ла Серда в аббатстве Санта-Мария-ла-Реаль-де-Лас-Хюлгас обнаружены вязаные из шёлковых нитей перчатки и наволочки. Причём плотность вязаного полотна наволочек сравнима с плотностью современного трикотажа машинной вязки — около двадцати петель на дюйм.

В XVI веке в Испании было широко распространено вязание чулок, тогда же пришла мода на вязаные перчатки. Первая гильдия, объединяющая вязальщиков, была создана в Париже в 1527 году. Вязальная машина для изготовления чулок была изобретена в Англии священником Уильямом Ли в 1589 году.

Вязание на спицах

Инструменты и материалы

Для вязания используются спицы из различного материала: металлические, пластиковые, деревянные. Желательно, чтобы спица на одном из концов имела ограничитель для предотвращения соскальзывания петель. Для получения цилиндрического бесшовного полотна применяются либо кольцевые спицы (соединённые гибкой связью), либо комплект из четырёх (пяти) спиц, где между тремя (четырьмя) спицами распределяются петли изделия, а ещё одна используется как рабочая. Жгуты, косы, различные переплетения выполняются с помощью вспомогательной спицы или петледержателя.

Плоское вязаное полотно выполняется на двух спицах, либо на кольцевых. Оно вяжется в прямом и обратном направлениях и имеет лицевую и изнаночную стороны. Цилиндрическое полотно вяжется по кругу только по лицевой стороне.

Спицы не должны быть слишком острыми, чтобы не расщеплять нить и не ранить руки, ни слишком тупыми, чтобы не затруднять ввод рабочей спицы в петлю. Для обозначения размера спиц применяются номера, соответствующие её диаметру в миллиметрах (например, спица № 4 имеет диаметр 4 мм).

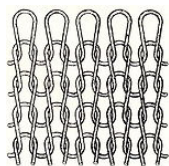
Диаметр спиц выбирается в соответствии с толщиной пряжи, обычно в соотношении 2:1. Однако, в зависимости от того, какое изделие предполагается получить, возможны вариации. При вязании тонкими спицами из толстой пряжи полотно получается более плотным, спицами же большого диаметра из тонких ниток — рыхлое, ажурное.

Пряжа для вязания используется самая разнообразная: льняная, хлопчатобумажная, шерстяная, синтетическая, смесовая, фасонная. Для того чтобы избежать перекоса трикотажного полотна, не следует применять для изделий, выполняемых кулирной (чулочной) гладью, сильно кручёные нити.

Основные виды петель

Основные виды петель — лицевая, изнаночная, накид, кромочная. С их помощью создаётся всё многообразие узоров трикотажа, связанного на спицах.

Прежде чем начать работу над изделием, необходимо связать образец размером около 10x10 см. С его помощью определяется количество петель и рядов на сантиметр вязаного полотна, что позволяет достигнуть точности в размерах изделия.



Лицевая гладь.

Процесс вязания на спицах начинается с набора необходимого количества петель на две сложенные спицы — создания начального ряда. После набора одна из спиц (рабочая) вынимается, а петли остаются на спице, которая берётся в левую руку. Существует два способа вязания: английский, когда нить от клубка (рабочая) удерживается правой рукой и, при образовании новой петли, подхватывается правой спицей, и германский (континентальный) — рабочая нить находится в левой руке и набрасывается на правую спицу.



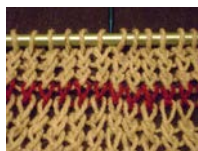
Платочная вязка.

Вывязывание лицевой петли — рабочая нить располагается за полотном. Правая спица вводится слева направо в петлю на левой спице, захватывается накид и вытягивается. На правой спице остаётся лицевая петля, петля же с левой спицы (предыдущего ряда) сбрасывается. При вязании лицевыми петлями по лицевым рядам и изнаночными по изнаночным образуется гладкое полотно (лицевая гладь) с вертикальными полосами, напоминающими косы. Такая вязка называется также чулочной или кулирной гладью.

При вязании лицевыми петлями и в лицевых и в изнаночных рядах получается более толстое полотно с горизонтальными полосами — эта вязка называется платочной. Вытянутая лицевая петля получается, если рабочая спица вводится не в петлю предыдущего ряда, а на ряд (два, три и т. д.) ниже.

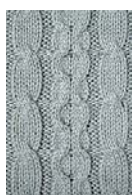
Вывязывание изнаночной петли — соответствует вывязыванию лицевой петли, но рабочая нить располагается перед полотном, а рабочая спица вводится справа налево. Чередованием лицевой и изнаночной при нечётном количестве петель в ряду вяжется так называемая резинка — очень растяжимое полотно. Резинкой обыкновенно вывязывается низ и манжеты свитеров и кофт, а также изделия, сильно облегающие фигуру.

Накид — рабочая нить набрасывается на правую спицу или подхватывается ей. В изнаночном ряду накид провязывается как обыкновенная петля. Накиды применяются для образования ажурного узора (с отверстиями в полотне) и для прибавления петель. Если при добавлении петель в узоре нежелательны отверстия, то в изнаночном ряду накид провязывается скрещенной петлёй.



Вязаное полотно из скрещенных петель: в правой части переплетение стенок петли выполнено направо, в левой — налево.

Вывязывание скрещенной петли. Скрещенной называется та петля, стенки которой расположены крест-накрест. Скрещенная петля вывязывается из обычных лицевых и изнаночных петель. При провязывании ряда изнаночных петель за переднюю стенку, а следующего — лицевыми за заднюю стенку, петли предшествующего ряда становятся скрещенными. Полотно из скрещенных петель обычно более плотное и меньше растягивается. Из них вяжутся вещи, к прочности которых предъявляются особые требования (носки, варежки и т. д.). Недостаток вязаного полотна из скрещенных петель — его перекося (особенно это заметно при вязании чулочной гладью), так как петли повёрнуты под углом относительно его поверхности.



Образец вязки со жгутами

Кромочная петля — петли, с которых начинаются и которыми заканчиваются ряды. Первая крайняя петля снимается на рабочую спицу без провязывания. Последняя петля каждого ряда провязывается изнаночной, если надо получить ровный край вязаного полотна или лицевой петлей, если требуется зубчатый край. При вязании пряжей разных цветов первую петлю ряда при переходе на другой цвет следует провязать лицевой, чтобы закрепить новую нитку в кромке.

Снятая петля — петля, снятая на рабочую спицу без провязывания.

Убавление и прибавление петель. При убавлении петель две петли вяжутся как одна. Для убавления с наклоном вправо две петли провязываются как одна лицевая, с наклоном влево — первая петля снимается непровязанной, вторая провязывается лицевой и

протягивается через первую. Прибавляются петли с помощью накидов, провязываемых в следующем ряду как лицевая или изнаночная.

Жгуты и косы — получаются путём изменения порядка провязывания петель: первая петля (петли) снимается на вспомогательную спицу и оставляется за или перед работой. Провязывается следующая за ней петля (петли), после — петля (петли) со вспомогательной спицы.

Вязание крючком



Вязание крючком по кругу

Процесс изготовления полотна или кружева вручную из ниток с помощью вязального крючка. Считается более лёгким видом рукоделия по сравнению с вязанием спицами. При вязании крючком рабочая нить придерживается большим и указательным пальцами левой руки. Крючок держится в правой руке большим и указательным пальцами с опорой на третий палец. Нить набрасывается на крючок, продетый в свободную петлю, и вытягивается через неё. Основные типы петель в вязании крючком: воздушная, полустолбик, столбик без накида, столбики с накидами.

Инструменты и материалы

Инструмент для вязания представляет собой палочку одинаковой толщины по всей длине или с утолщением на ручке с крючком на конце. Для тунисского вязания предназначен крючок с очень длинной ручкой, на которую в процессе нанизываются петли. Крючки выполняются из разнообразных материалов: стали, дерева, пластика. Важно, чтобы крючок был хорошо отполирован, а ручка — удобной, не утомляющей руку.

Виды вязания

- Ажурное вязание
- Вязание на вилке
- Вязание крючком
- Вязание на спицах
- Тунисское вязание
- Филейное вязание

Макраме

(от арабск. — тесьма, бахрома, кружево или от турецк. — шарф или салфетка с бахромой) — техника узелкового плетения.

История

Техника этого узелкового плетения известна ещё с древности. По некоторым данным в Европу макраме пришло в VIII—IX веках с Востока. Эту технику знали в Древнем Египте, Ассирии, Иране, Перу, Китае, Древней Греции.

Развитию макраме очень помог парусный флот. Издавна моряки плели сети, сращивали с

помощью узлов тросы, оплетали различные конструкции, украшали плетёными покрывками рулевые колёса. Известно около четырёх тысяч морских узлов. Комбинации узлов очень часто бывали необыкновенно сложными. Многие морские узлы благодаря своей красоте и оригинальности перешли в художественное ремесло — макраме. Получаемые узоры отличаются не только красотой, но и прочностью. Недаром один из основных узлов макраме — двойной плоский — в древности называли Геркулесовым узлом.

Материалы

Материалы для плетения могут быть самыми разными: пеньковая или льняная верёвки, бумажная бечёвка, кордовая или шёлковая леска, льняные, хлопчатобумажные, шёлковые или синтетические нити, плоская тесьма, сизаль. Главное — правильно подобрать узлы.

Приспособления

- Струбцины небольших размеров, для крепления к столу
- Поролоновая подушка или кусок пенопласта (для плетения изделий неправильной формы), прикрепляемые к столу или спинке стула
- Металлические кольца для изготовления кашпо и абажуров

Техника этого узелкового плетения известна ещё с древности, еще с первого завязывания узлов на каменном топоре и первой циновке. По некоторым данным в Европу макраме пришло в VIII—IX веках с Востока. Эту технику знали в Древнем Египте, Ассирии, Иране, Перу, Китае, Древней Греции.

Развитию макраме очень помог парусный флот. Издавна моряки плели сети, сращивали с помощью узлов тросы, оплетали различные конструкции, украшали плетёными покрывками рулевые колёса. Известно около четырёх тысяч морских узлов. Комбинации узлов очень часто бывали необыкновенно сложными. Многие морские узлы благодаря своей красоте и оригинальности перешли в художественное ремесло — макраме. Получаемые узоры отличаются не только красотой, но и прочностью. Недаром один из основных узлов макраме — двойной плоский — в древности называли Геркулесовым узлом.

В наше время насчитывается 6 видов узелкового плетения, и сотни всевозможных узлов.

Требования к материалу для плетения макраме

Материал для плетения макраме должен быть прочным, в меру скрученным и податливым. Если хотите получить четкий рельефный узор, то материал для плетения макраме нужно туго скручивать.

Нити во время плетения макраме можно удлинять. Ведь не всегда можно отрезать необходимую длину нити. Можно поступить и по другому. Нужно поменять местами длинную и короткую нити. Но лучше всего прикреплять один конец нити к другому с помощью узлов. При этом лишние концы нити можно легко срезать. Очень просто соединять капроновые нити, так как они плавятся.

Ювелирика

— это термин, обозначающий результат и процесс творчества художников-ювелиров, а также всю совокупность созданных ими предметов и произведений ювелирного искусства, предназначенных в основном для личного украшения людей, и изготовленных

из драгоценных материалов, таких, как драгоценные металлы и драгоценные камни. Чтобы украшение или предмет можно было однозначно причислить к ювелирике, это украшение должно удовлетворять трём условиям: в этом украшении должен быть использован хотя бы один драгоценный материал, это украшение должно иметь в себе художественную ценность, и оно быть уникальным — то есть оно не должно тиражироваться изготавливающим его художником-ювелиром.

Ювелирика первоначально была предназначена для украшения почти всех частей тела — от шпилек вверху и до колец на пальцах ног внизу. Кроме классической ювелирики, существуют также другие её виды.

Ювелирика вообще, и ювелирные украшения в частности, традиционно изготавливаются из драгоценных камней или драгметаллов, хотя могут также быть сделанными и из других материалов, и тогда они могут цениться из-за своих чисто художественных достоинств.

В то время, когда высококачественная ювелирика создаётся из драгоценных камней и драгметаллов, таких, как, например, серебро, золото и платина, в настоящее время наблюдается также растущий спрос для чисто художественную ювелирику, в которой дизайн ювелирного изделия и вложенный в его создание труд и творческий потенциал художника-ювелира ценится дороже, чем стоимость использовавшихся при изготовлении ювелирного изделия драгоценных материалов.

Хотя и считается, что в понятие «ювелирика» входят все ювелирные изделия, изготовленные с применением драгоценных материалов, а в понятие «бижутерия» — ювелирные изделия из недрагоценных материалов, но, как видим, в настоящее время разница между ювелирикой и бижутерией становится несколько размытой, и оценка того, причислить ли данное изделие к ювелирике или же к бижутерии, каждый раз принимается экспертами индивидуально в каждом конкретном случае.

Ювелирные изделия иногда используются не только как средство украшения, но и как средство для хранения или инвестирования своего капитала, а также применяются функционально, например, в виде заколок для удержания причёски или складок одежды.

Ювелирика и бижутерия, как области ремесла, ведут своё происхождение с очень с очень давних времён. В доисторические времена самые первые украшения делались из естественных материалов, таких, как, например, кость, зубы животных, морские раковины, древесина или камни, на которых выпарывались различные знаки, рисунки или узоры. Более экзотические для тех времён ювелирные изделия делались, вероятно, для влиятельных людей рода, племени или клана с целью указания их социального статуса. В некоторых древних культурах умерших людей высокого социального ранга хоронили вместе с их ювелирными украшениями.

В профессиональном жаргоне ювелиров, а также и студентами и учащимися учебных заведений по специальности «ювелирное дело», часто используется жаргонный вариант слова: «ювелирка».

В последнее время, в связи с распространением компьютерных стратегических игр-квестов в стиле «фэнтези», среди их фанов слово «Ювелирика» стало широко использоваться для обозначения различных «талисманов», «драгоценностей» и прочих «товаров», имеющих «хождение» в этих играх.

Художественная обработка кожи

— 1) Вид декоративно-прикладного искусства, изготовление из кожи различных предметов как бытового, так и декоративно-художественного назначения; 2) отрасль текстильной промышленности, декорирование одежды, обуви, кож-галантерейных изделий

Приемы художественной обработки кожи

Тиснение

Различают несколько видов тиснения. В промышленном производстве применяются различные способы штамповки, когда рисунок на коже выдавливается при помощи пресс-форм. При изготовлении художественных изделий также применяют штамповку, но используют наборные штампы и чеканы. Другой способ — тиснение с наполнением — вырезание из картона (лигнина) или кусочков шоры элементов будущего рельефа и подкладывание под слой предварительно увлажненной юфти, которую затем обжимают по контуру рельефа. Мелкие детали выдавливают без подкладки за счет толщины самой кожи. При высыхании она твердеет и «запоминает» рельефный декор. Термотиснение — выдавливание декора на поверхности кожи при помощи разогретых металлических штампов.

Перфорация или высечка — один из древнейших приемов. Собственно он сводится к тому, что при помощи пробойников различной формы в коже высекаются отверстия расположенные в виде орнамента. Этот прием используют и для создания сложных композиций наподобие витража или арабеска (например, в ювелирных украшениях, настенных панно и т. д.).

Плетение — один из способов обработки, заключающийся в соединении при помощи специальной техники нескольких полосок кожи. В ювелирных изделиях часто применяют элементы макраме, выполненные из «цилиндрического» шнура. В сочетании с перфорацией плетение применяется для оплётки края изделий (используется для отделки одежды, обуви, сумок).

Пирография (выжигание) — приём новый, но с древней родословной. Видимо, первоначально выжигание по коже явилось побочным эффектом при термо-тиснении (известно в России с XII, а в Европе с XIII века), но затем широко применялось как самостоятельный прием. В классическом виде пирография представляет собой нанесение на поверхность плотной кожи (шоры, чепрака) различных орнаментов. Делалось это при помощи разогретых штампов из меди и применялось в основном для отделки конской упряжи. Современная пирография своими выразительными возможностями обязана изобретению выжигательного прибора (пирографа). При помощи пирографии можно наносить на кожу очень тонкие и сложные рисунки. Часто применяется в сочетании с гравировкой, росписью, тиснением при создании панно, украшений, изготовлении сувениров.

Гравировка

Гравировку (резьбу) применяют при работе с тяжелыми, плотными кожами (шора, чепрак, реже — юфта). Делается это так — на лицевую поверхность размоченной кожи с помощью резака наносят рисунок. Затем дорожником или штихелем (или любым металлическим предметом продолговатой формы) прорези расширяют и заполняют акриловой краской. При высыхании контурный рисунок сохраняет свою чёткость, а линии — толщину. Другой способ заключается в том, что вместо дорожника используется

пирограф. В этом случае цвет и толщина линий, а также глубина гравировки регулируется изменением степени накала иглы пирографа.

Аппликация в кожаном деле — наклеивание или пришивание кусочков кож на изделие. В зависимости от того, какое изделие декорируется, несколько различаются способы аппликации. Так, при отделке предметов одежды элементы декора выполняют из тонких кож (опоек, шевро, велюр) и пришивают к основе. При создании панно, изготовлении бутылей или сувениров фрагменты аппликации могут быть выполнены из любых видов кож и наклеены на основу. В отличие от интарсии при аппликации допустимо соединение элементов «внахлест».

Интарсия — по сути, то же, что инкрустация или мозаика: фрагменты изображения монтируются «стык-в-стык». Интарсию выполняют на текстильной или деревянной основе. В зависимости от этого выбирают сорта кож. При работе с текстильной основой используют тонкие пластичные кожи (опоек, шевро, велюр и тонкую юфть), а при работе на доске — тяжелые (шора, чепрак). Для достижения надлежащего качества по предварительному эскизу выполняют точные лекала всех фрагментов композиции. Затем по этим лекалам из предварительно окрашенных кож вырезают элементы и наклеивают на основу при помощи костного клея или эмульсии ПВА. Техника интарсии применяется в основном для создания настенных панно, но в сочетании с другими приемами может использоваться при изготовлении бутылей, сувениров, декорировании мебели. Кроме того, кожу можно расписывать, её можно формовать, придавая любую форму и рельеф (при помощи размачивания, проклеивания, наполнения).

Мозаика

(фр. *mosaïque*, итал. *mosaico* от лат. (*opus*) *musivum* — (произведение) посвящённое музам) — декоративно-прикладное и монументальное искусство разных жанров, произведения которого подразумевают формирование изображения посредством компоновки, набора и закрепления на поверхности (как правило — на плоскости) разноцветных камней, смальты, керамических плиток и других материалов.

История

Древний Восток

История мозаики восходит ко 2 пол. 4 тысячелетия до н. э. — времени, которым датированы постройки дворцов и храмов шумерских городов Месопотамии: Урука, Ура, Эриду.

Мозаика составлялась из обожженных глиняных палочек-конусов длиной 8-10 см и диаметром 1,8 см, которые укладывались на глиняный раствор. Изображение формировалось из торцов этих конусов, которые раскрашивались, обычно красным, черным и белым. Использовались геометрические мотивы: ромб, треугольник, зигзаг.

Ранним примером техники инкрустации или получившей в античности название мозаичной техники opus sectile, впоследствии развившейся в технику флорентийской мозаики можно считать артефакт, условно называемый «Штандартом из Ура» (2600—2400 гг. до н. э.)

К 8 в. до н. э. относят ранние примеры применения техники мозаики из необработанной гальки, составившей один из этапов в развитии мозаичных техник и на своем излете пренебрежительно называвшейся римлянами opus barbaricum. При раскопках открыты орнаментированные галечные полы Алтын-тепе (вост. Анатолия) и дворца в Арслан-таше

(Ассирия), однако самым богатым памятником являются галечные мозаики Гордиона (Анатолия).^[1]

Античность

Первые античные мозаики из необработанной гальки найдены в Коринфе и датированы кон. 5 в. до н. э. Это контурные изображения людей, животных, мифологических существ, декорированные геометрическим и растительным орнаментом, выполненные обычно белым по черному, стилистически близкие краснофигурной вазописи. Подобные образцы 4 в. до н. э. найдены также в Олинфе, Сикионе, Эретрии. Важный шаг к реалистичности был сделан в мозаиках Пеллы (кон. 4 в. до н. э.)

Расцвет античной мозаики приходится на эпоху эллинизма, когда появляется техника подколки камешков и становится доступным цветное стекло, что позволяло достигать живописной реалистичности изображений и использовать практически неограниченную цветовую гамму. Древнейшим памятником, где была использована техника подколки или тесселирования, считаются мозаики сицилийского города Моргантина (3в. до н. э.).

В Древнем Риме мозаикой выкладывались полы и стены вилл, дворцов и терм. Римская мозаика делалась из маленьких кубиков очень плотного стекла — смальты, однако нередко было использование мелких камешков и гальки.

- Помпеи, «Битва при Иссе» — Мозаика выложена из около полутора миллионов кусочков, собранных в картину по технике, известной как «opus vermiculatum», то есть кусочки собирались один к одному по извилистым линиям.

Ранние христиане и Византия

Высочайшим расцветом мозаического искусства можно считать эпоху Византийской империи. Византийская мозаика становится более утончённой, используется более мелкий модуль камней и деликатная кладка, фон изображений становится по преимуществу золотым.

- Равенна
- Монреале

Средневековая Европа

Рококо

В качестве материала для мозаики стали широко применяться раковины морских моллюсков. Такими мозаиками украшали интерьеры. В Европе в этот период получила распространение мода на мозаики из бисера. Бисер вкладывали по воску на бумагу, картон, пользуясь схемами для вышивки крестом. Подобных работ сохранилось очень мало. В Германии с этим материалом в 1750—1770 гг. работала мануфактура ван Зелова, впоследствии секрет технологии был утерян. Декорировались как плоские детали мебели, например столешницы, так и объёмные предметы: бутылки, фигурки птиц. Большинство изделий этой мануфактуры находятся в музеях Германии. Есть один столик производства этой мануфактуры в Музее-заповеднике Архангельское.

Ислам

Мозаика очень широко использовалась в оформлении дворцов правителей Востока. Дворец шекинских ханов является выдающимся произведением средневековой архитектуры Азербайджана. Если не было бы других древних сооружений Азербайджана, то было бы достаточным показать всему миру только Дворец шекинских ханов.

Дворец шекинских ханов, считающийся одним из ценных памятников архитектуры XVIII века Азербайджана был построен в 1762 году Гусейханом. Дворец, в свое время входивший в комплекс дворцовых сооружений и служивший резиденцией шекинских ханов, представляет собой двухэтажное здание. Фасад дворца представляет собой подъемные решетчатые рамы с набором шебеке — разноветными мелкими стеклами. Многоцветный рисунок шебеке красочно дополняет росписи, покрывающие стены дворца.

Во второй половине XVIII века в Шекинском ханстве высокого развития достигло искусство живописи, непосредственно связанной с архитектурой и строительством. Все значительные архитектурные сооружения в городе Шеки были богато украшены стеной росписью, являющейся в то время самым популярным видом живописной техники. Свидетельством тому являются образцы живописи из дворца шекиских ханов, сохранившиеся до наших дней и не утратившие своей художественной выразительности. Стенные росписи посвящались различным темам: сцены охоты на диких зверей, сражений, растительные и геометрические орнаменты, рисунки, созданные по мотивам «Хамсе» (Пятерицы), гениального азербайджанского поэта Низами Гянджеви, сцены из дворцовой жизни, бытовые зарисовки из крестьянской жизни и т. д. В основном применялись такие цвета, как синий, красный, золотистый, желтый. На плафоне зала во дворце шекинских ханов зашифровано имя талантливого живописца Аббаса Кули. Следует отметить, что стены дворца не раз реставрировались, и поэтому здесь можно встретить росписи, сделанные мастерами, жившими в разное время. Дворец шекинских ханов

Мозаика в России

Древнерусские мозаики

На Руси мозаика появляется с принятием христианства, но не получает распространения из-за дороговизны импортируемого из Константинополя материала (в Византии на вывоз смальты была объявлена государственная монополия).

- Софийский собор (Киев)
- Михайловский златоверхий монастырь

Мозаика в России Нового времени

Возрождением мозаики в России занимался М. В. Ломоносов. Однако, мозаичное дело Ломоносова не получило продолжения по смерти своего создателя. Искусство мозаики было вновь забыто.

Поэтому, в 1840-е годы, когда стал вопрос о переводе живописных икон для Исаакиевского собора в мозаику, русскому правительству пришлось командировать выпускников Императорской Академии художеств в Рим — учиться у мастеров Студии

мозаики Ватикана. С другой стороны, из Рима в Петербург для организации производства смальт были приглашены технологи-стекловары.

В 1851 году русские студенты вернулись на родину, к этому же времени здесь итальянцами уже было организовано для них производство смальты. Этот год считается датой открытия Мозаичной мастерской Императорской Академии художеств.

Хотя мастерская была организована специально для создания мозаик Исаакия, что продлилось 66 лет и так и не было завершено из-за революционных событий, она выполняла и другие заказы: мозаики для иконостаса Собора Спаса на Крови в Петербурге, иконостаса собора Спаса на Водах, орнаментальные мозаики Храма Христа Спасителя в Москве, мозаичные портреты членов царской семьи и частные заказы.

Мастерская практиковала так называемый «прямой способ» набора, который позволял достигать живописной реалистичности изображения, но был чрезвычайно затратен по времени и, соответственно, дорог.

Поэтому, Академия пыталась искать пути решения этого вопроса. Для этого в 1888 г. она командировала своих сотрудников, среди которых был и А. А. Фролов, в Венецию, где Антонио Сальвиати был создан и успешно использовался другой, более экономически выгодный способ мозаичного набора. При нем мозаики выкладывались в зеркальном отображении лицевой стороной на временное основание, на котором уже перевозились на место для них предназначенное, где и укладывались. Этот способ получил название «обратного» или «венецианского».

Поскольку этот опыт Академией принят не был, А. А. Фролов открывает собственную студию, которая, уже при его брате В. А. Фролове, становится самой успешной студией мозаики дореволюционной России, а впоследствии полагает основы советского мозаичного искусства.^[2]

Мозаика и народное искусство

Современное искусство

В настоящее время развивается такой вид автохтонного искусства как мозаика племени учоли. Она представляет собой редкую разновидность мозаики по применяемому материалу — в этой технике для укладки применяется бисер.

Есть примеры другой укладки бисера — отверстием вверх.

Техника

Способы укладки

При прямом наборе элементы мозаики вдавливаются в грунт. При обратном наборе мозаика собирается на картоне или ткани, потом переносится на загрунтованную поверхность.

Укладка мозаики: техника похожа на укладку плитки, клей и затирочный раствор для мозаичных швов доступны в каждом строительном супермаркете.

Основание исследуется на прочность, выявляются все дефекты — трещины, каверны, гравийные гнезда, арматура или другие инородные предметы, не включенные в проект, а также проблемные области, например, масляные пятна, рыхлое или недостаточно прочное основание, пустоты. Основание должно быть крепким, несущим, сухим, а также ровным и очищенным от средств, уменьшающих сцепление (например, добавок, уменьшающих адгезию и облегчающих демонтаж опалубки), без следов цементного молока, пыли, грязи, остатков краски, стертой резины и т. п. При необходимости провести механическую очистку основания, например, путем пескоструйной обработки. Перед началом укладки мозаики визуально поверхность должна быть ровной, без наплывов, ямок и трещин, а также сухой и прогрунтованной.

Укладка мозаики на бумагу

Укладка начинается с нанесения на подготовленную поверхность клея, после чего он равномерно распределяется по всей поверхности. В большинстве случаев рекомендуется применять клеевые составы на латексной основе. Мозаика клеится обратной к бумаге стороной. Укладка должна быть аккуратной, поэтому расстояние между листами должно соответствовать расстоянию между плитками, излишнее давление недопустимо. По окончании укладки листы необходимо закрепить легкими ударами площадки с резиновым основанием. Через сутки бумагу можно удалить — смоченная влажной губкой, она отстает. Перед затиркой швов мозаичную поверхность необходимо очистить от остатков бумаги и клея, после чего затирку можно выполнить при помощи резиновой тёрки. Для затирки швов целесообразно использовать состав, который рекомендуется производителем мозаики. Когда затирка завершена, можно выполнить очистку мозаики и отполировать мозаичную поверхность.

Укладка мозаики на сетку

В отличие от мозаики на бумажных листах, мозаика, наклеенная на сетку, клеится лицевой поверхностью вверх. Для технологии её укладки характерно то, что после высыхания клея можно приступить сразу же к затирке швов.

Материалы

В качестве мозаичных материалов используются традиционные смальта и природный камень, а также стеклянные смеси, керамика, керамогранит, металл. Классическое исполнение мозаики из смальты, по-прежнему, остаётся самым изысканным вариантом оформления декоративных панно для избранных. Камень используется, в основном, для создания напольных изображений; металл — для придания интерьеру некоего футуристического намёка; керамогранит — для отделки зданий общественного назначения. Стеклянная же и керамическая мозаика являются самыми популярными отделочными материалами. Данная особенность продиктована, в первую очередь, их высокими техническими характеристиками, а, кроме того, — доступностью, многообразием, сильным художественным потенциалом, возможностью импровизации.

Явные лидеры современных мозаичных материалов — стеклянные смеси и керамика — помогают реализовать любую творческую задумку заказчика. Стеклянная мозаика, помимо артокрытия, является также прикладным средством искусства. Её художественные возможности безграничны: она позволяет создать декоративное изображение от простого рисунка (узора, ковра, растяжки, одиночного элемента отделки для создания акцента в интерьере) до сложной композиции и произведения живописи.

Стеклянная мозаика, кроме того, незаменима для облицовки высокотехнологичных объектов: бассейнов, прудов, водопадов, фонтанов, ванн, кухонь, саун, каминов, фасадов зданий. Сплав функциональных и эстетических свойств этого материала (высокая пластичность, нулевой коэффициент водопоглощения, жаропрочность и морозостойкость, прочность, неприхотливость, устойчивость к химикатам и воздействию солнечных лучей, независимость от погодных условий, неподверженность влиянию микроорганизмов и бактерий, разнообразие цветовых решений, дополнительные дизайнерские возможности) является уникальным для работы с сооружениями водной стихии.

С 2007 г. на рынки Украины, Молдавии, Франции и Польши поступила принципиально новая, по свойствам и физико-химическим показателям, мозаика. На базе Украинского института Высокомолекулярных соединений была разработана Мозаика полиэфирная с неограниченной цветовой гаммой, разнообразием форм и невероятной стойкостью к природным и другим факторам влияния

Возрождается интерес к мозаике из бисера.



МИНОБРНАУКИ РФ

ФГБОУ ВО

«Уральский государственный горный университет»

ДЕКОРАТИВНО-ПРИКЛАДНОЕ ИСКУССТВО

**Методическое пособие
по самостоятельной работе**

Екатеринбург, 2020

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ НАРОДНЫХ ПРОМЫСЛОВ

Ключевые слова: народные промыслы России, художественные ремесла, ремесленные традиции.

Искусство русского народа чрезвычайно многообразно по своим видам и жанрам, формам и местным особенностям. Из глубины веков, из глубины поколений пришло к нам народное декоративно-прикладное искусство, которое сформировалось в народной среде.

Мастера-ремесленники изготавливали вручную или с минимальным применением простейших приспособлений посуду и утварь из различных материалов, детские игрушки и предметы конского убора, орудия труда и военное снаряжение, одежду, обувь и украшения. Женщины ткали ковры, вышивали, шили лоскутные одеяла. Ремесленную работу они выполняли параллельно со своими основными занятиями. Путь от домашней промышленности, связанной с переработкой сырья в своем хозяйстве, до возникновения художественных промыслов был весьма долгим.

Домашняя промышленность характерна для ранней стадии развития человеческого общества, когда в условиях натурального хозяйства люди были поставлены перед необходимостью изготовлять своими руками все необходимое для жизни и быта – одежду, обувь, жилище, транспортные средства, орудия земледелия, скотоводства, охоты и рыболовства. Параллельно с навыками обработки различных природных материалов и происходило их эстетическое осмысление.

Художественная обработка дерева, народное гончарство, народное художественное ткачество и ковроткачество и другие виды домашней промышленности становятся основой для формирования художественных ремесел. Появляются отдельные мастера-специалисты или целые коллективы, цеха (цех оружейников, гончаров, ткачей), у которых можно приобрести или выменять на что-либо другое необходимые для жизни или трудовой деятельности изделия и предметы.

На рубеже XVII-XVIII веков в России начинают складываться промыслы по производству продукции на продажу, это связано с формированием централизованного русского государства и развитием рынка, который создал условия для продажи бытовых изделий. Народный промысел, в том числе и художественный, — это такая форма бытования художественного ремесла, когда ремесло служит средством к существованию целой семьи или всей деревни, когда целые районы заняты изготовлением определенного вида изделий, в том числе и художественных, на рынок, на продажу.

Но развитие промыслов происходило не везде и не одновременно. Все зависело от благоприятных экономических условий (устойчивый спрос, достаточное количество местного сырья и т. п.). Наиболее активно развитие промыслов во всех регионах России началось во второй половине XIX в. В 1888 году о серьезной поддержке ремесла в России задумались на государственном уровне. К тому времени, наряду с фабричным производством, во многих сферах сохранилось производство ремесленников, причем, многие вещи, выходящие из рук мастеров-кустарей, были намного качественнее, чем фабричные аналоги.

Грандиозным финалом в программе поддержки стала первая всероссийская кустарно-промышленная выставка, прошедшая в 1902 году в Санкт-Петербурге. В ней участвовали мастера из 75 губерний и областей. Параллельно работал съезд деятелей кустарных производств. Выставка пользовалась огромным успехом и широко освещалась в прессе. Сам Александр III выступил на этой выставке и всенародно обещал дальнейшую помощь и всяческое содействие нужным стране мастерам.

К концу XIX века промыслы пришли в упадок, и только в послереволюционные годы они начинают возрождаться: прежде всего восстанавливается «поэзия фольклорного образа и мастерство, воспитание традициями древнерусского искусства, опытом коллективного народного творчества».

Искусство народных промыслов – Хохлома, городецкая роспись, лаковая миниатюра Палеха, Мстеры, Холуя, скопинская керамика, северная устюжская чернь, искусство кружевоплетения, холмогорская резная кость и другие начинают новую жизнь. Большую роль в этом сыграли специальные постановления правительства.

В 1919 году был издан подписанный В.И. Лениным декрет «О мерах содействия кустарной и мелкой промышленности» (так в те времена называли народные промыслы). В 20 – 30-е годы XX века повсеместно в тех областях и районах, где до революции существовали центры промыслового изготовления художественно оформленных бытовых изделий, возникли новые кооперативные промысловые артели.

Сороковые годы и первая половина 50-х годов проходят под знаком послевоенного возрождения предприятия народного хозяйства. Одновременно велась большая работа по восстановлению заглохших и забытых промыслов.

К началу 1960-х годов восстанавливаются поставки художественной продукции на экспорт. В дальнейшем издается ряд постановлений, способствующих развитию промыслов. В частности, принимается важное решение о привлечении к работе мастеров-надомников.

14 августа 1968 года выходит постановление «О мерах по дальнейшему развитию народных художественных промыслов», в котором, в частности, подчеркивается важность воспитательной функции народного искусства, предлагается шире использовать его наследие на уроках труда и изобразительного искусства, а в школах, расположенных в районах распространения народных художественных промыслов, рекомендуется изучать характерные для них приемы художественной обработки материалов.

Особое значение для народных художественных промыслов имеет Постановление ЦК КПСС 1975 года, в котором специально сказано о необходимости всемерно содействовать творческой активности мастеров и художников и увеличению выпуска высококачественных изделий народных художественных промыслов, указывалось на актуальность широкой популяризации этого искусства.

Событием для художников и мастеров явилось принятие в январе 1999 года федерального закона «О народных художественных промыслах». Закон впервые определил основы государственной политики поддержки промыслов, включающие разработку соответствующих федеральных целевых программ, предоставление бюджетных кредитов и субсидий, сохранение традиций промыслов и их мастеров.

В настоящее время наблюдается большой интерес к возрождению местных народных традиций и ремесел. Так, на Орловщине по-прежнему мастера народного искусства владеют техникой вышивания «Орловский спис», плетения мценского кружева, создания плешковской и чернышенской игрушки из глины, изготовления чернолощеной посуды из распоповской глины, плетения из лозы, соломки и т.д. Мастера Орловской области известны своими традициями, уходящими в глубину веков. Огромную роль в сохранении и развитии этих традиций имеет личность мастера.

Народные художественные промыслы

Своими корнями народное искусство и художественные промыслы уходят в глубокую древность, когда человек жил в условиях родового строя. Народные мастера на протяжении веков использовали секреты мастерства, орнаментику, художественные образы, сюжеты, передаваемые им родителями, односельчанами. Старые мастера обучали молодежь искусству, как вырезать ложку, расписывать прялку, ткать узорные полотна, шить одежду, плести кружево.

Специфика художественных промыслов как отраслей специализации

Говоря о современных художественных промыслах, я упомянула об основных традициях народного изобразительного искусства, которые должны быть максимально закреплены в художественных производствах. Остановимся на характеристике этих традиций, определяющих специфику художественных промыслов как отраслей специализации.

Естественной функцией народных художественных промыслов является выпуск утилитарно-художественной продукции, то есть бытовых изделий, художественно оформленных. Некоторое время назад широко распространилось мнение о том, что художественным промыслам надлежит отказаться от своей предметной первоосновы, перейти к выпуску собственно декоративных изделий. Истоки такой позиции заключались в массовом изготовлении и распространении фабричных предметов быта, монотонность которых должна была бы

разрушаться, облагораживаться изделиями промыслов, обладающих повышенными декоративными качествами. На практике это привело к тому, что наряду с безликими машинными предметами обихода, в нашем быту появилось множество художественного «мусора» - безделушек, ни о чем не говорящих сувениров, ни к чему не приложимых полудекоративных, полустанковых произведений. Это скоро стало истинной проблемой культуры быта, с одной стороны, и проблемой промыслов - с другой. Теперь очевидна правота тех специалистов, которые настаивали на необходимости сохранения утилитарного характера выпускаемой промыслами продукции.

Другая, не менее противоречащая традициям народного искусства оплошность заключалась в усиленном поиске путей осовременивания образного языка выпускаемых промыслами изделий. Такая постановка вопроса должна быть раз и навсегда признана абсурдной, ибо все то ценное, что мы наследуем от народного изобразительного искусства, приходит к нам в виде конкретной художественной традиции, ассортимента, формы, декора произведений, сохранять и органично развивать которые промыслы обязаны в первую очередь.

Специфическая особенность продукции народных художественных промыслов заключается в том, что для ее изготовления используются традиционные природные материалы. Никакие иные изделия, создаваемые сегодня, не дают современному обществу столь реальной возможности конкретного общения с природными материалами. Это высоко ценимо в современной культуре. Как уже отмечалось, природные материалы отпускаются современному человеку достаточно скупое, это требует от мастеров особого умения пользоваться ими, выявлять их красоту.

Эстетика материала познается мастерами в их конкретной будничной практике, в процессе изготовления изделий. Здесь не требуются какие-либо специальные формы обучения: свойства и возможности материала ощущаются рукой, воспринимаются глазом, пробуждая в душе мастера желание творить. С проблемой оптимального использования природных материалов неразрывно связан вопрос о сохранении в деятельности промыслов традиционных художественно-ремесленных приемов, лежащих в основе творческого труда мастеров.

Ручной творческий труд народного мастера естественно сочетает в себе различные стороны человеческой деятельности. Вне разумного использования ручного творческого труда невозможно само существование народных художественных промыслов. Отказ от рукотворного создания предметов быта означает практически прекращение основной традиции народного искусства. В этом и заключается специфика художественных промыслов. Несмотря на современную механизацию труда, художественные промыслы все же сохранили свою особенность, что и выделяет их среди прочих промышленных производств.

Исторические корни художественных промыслов Руси

Своими корнями народное искусство и художественные промыслы уходят в глубокую древность, когда человек жил в условиях первобытнообщинного и родового строя. Средства существования он добывал примитивными способами. Всякая деятельность в первобытном обществе могла быть только коллективной. Разделение труда осуществлялось только на труд мужской (война, охота) и труд женский (приготовление пищи, изготовление одежды, ведение домашнего хозяйства); в то время даже керамическое производство было домашним женским делом. Необходимость совместного труда обусловила общую собственность на орудия труда, на землю, на продукты производства. Имущественного неравенства еще не было.

Зачатки искусства тогда тоже носили коллективный характер. Изготавливая орудия труда, охоты и войны, посуду, одежду и другие необходимые в быту предметы, человек стремился придать им красивую форму, украсить их орнаментом, то есть делал тем самым обычные вещи произведениями искусства. Нередко форма изделия и его орнамент имели еще и магическое, культовое назначение. Так, один и тот же предмет мог одновременно удовлетворять реальные потребности человека, отвечать его религиозным взглядам и соответствовать его пониманию красоты.

Эта синкретичность, нерасчлененность, слитность функций древнего искусства была характерной чертой и искусства древних восточных славян, которое было неотделимо от их быта.

К моменту создания восточнославянского государства - Киевской Руси - ремесла в нем достигли высокого уровня развития. Самым первым производством, выделившимся в самостоятельное ремесло в городе и деревне, было обработка металла.

Древняя Русь знала почти все виды современной художественной металлообработки, но главными былаковка, литье, чеканка, филигрань и зернь. Наиболее высокого уровня развития в это время достигло ювелирное искусство.

Вторым по времени зарождения ремеслом, после обработки металла, явилось гончарство. В IX-X вв. Киевская Русь уже знает гончарный круг, появление которого означало переход керамического производства из рук женщин, занятых домашним трудом, в руки мужчины-ремесленника. Гончарные мастерские изготавливали посуду, домашнюю утварь, игрушки, предметы церковного обихода, изразцы - декоративные керамические плитки, которые использовались в архитектуре как отделочный материал.

В древней Руси было развито также и искусство ремесленников-камнерезов: резчиков икон и литейных форм, гранильщиков бус. Работало множество косторезных мастерских, массовой продукцией которых были гребни самых разнообразных форм, а также предметы культового назначения: кресты, иконы и т. д.

Ремесленники Древней Руси в основном выполняли изделия на заказ. По своему социальному положению они входили в различные группы населения. В городах уже работали свободные мастера: иконописцы, златокузнецы, чеканщики, кузнецы, игрушечники и другие. Вместе с тем на боярских и княжеских дворах, в поместьях и вотчинах трудились закрепощенные мастера-холопы. В монастырях также работали ремесленники. Следует отметить, что в Древней Руси не ко всем видам ремесел относились одинаково, были профессии более «почитаемые», такие, как иконописное, златокузнечное дело, и были «черные», «грязные», как, например, гончарство.

Основными видами женского художественного творчества в Древней Руси были узорное ткачество (в частности, браное), вышивка по холсту, золотое шитье, «шелковое пялочное дело». Основным видом искусства являлось древнерусское шитье - вышитая церковная утварь: пелены, плащаницы, покровы, вызывавшие всеобщее восхищение и вывозившиеся из Руси в другие страны.

Крупными центрами художественного женского рукоделия были монастыри. Значительного развития художественная обработка дерева достигла в великом Новгороде, жителей которого даже называли плотниками.

В XV-XVII века выросло и окрепло Русское централизованное государство. Его столица Москва становится не только политическим, но и культурным центром. Самодержавная власть видела в роскоши и богатстве средство укрепления своего могущества, средство воздействия на умы и души своих подданных. К великокняжескому, а потом и к царскому дворцу съезжаются многочисленные мастера золотых и серебряных дел, иконописцы, косторезы и камнерезы, специалисты обработки дерева, мастерицы шитья. В изделиях царских мастеров художественная сторона предмета начинает оттеснять на второй план его утилитарное назначение.

Развитие товарного обмена приводит к тому, что во многих городах и селах изготовление на продажу бытовых предметов превращается в основное занятие населения. В различных уголках России на основе народных ремесел возникают кустарные художественные промыслы. Создавая изделия на продажу, кустари художественных промыслов были тесно связаны с древними традициями народного искусства, продолжали и развивали эти традиции.

Среди древнейших русских художественных промыслов следует назвать промысел художественной резьбы по кости и дереву, возникший в Троице-Сергиевом монастыре в XVI-XVII вв. Здесь же стал развиваться и игрушечный промысел.

В XVI-XVII веках славились своим мастерством новгородские, псковские и вологодские «златокузнецы», псковские литейщики колоколов. В XVII веке в Сольвычегодске развивается промысел «усольской эмали». Искусство эмали получило развитие и в Великом Устюге. Кроме того, в этом городе жили мастера просечного железа, которые изготавливали узорчатые железные полосы и украшали ими деревянные ларцы и подголовники. На севере, в городе Холмогоры, расцветает косторезное искусство.

XVII век - начало теперь всемирно известного хохломского промысла. Во многих русских городах, в первую очередь городах Поволжья, развиваются прялочные промыслы, гончарное и

изразцовое производство, промыслы резьбы пряничных досок. В это же время получает развитие набойка. Набойкой украшали одежду, занавесы, полавочки, знамена и т. д. Некоторые набивные узоры были созданы знаменщиками Оружейной палаты.

В XVIII веке начинают развиваться русские промыслы нитяного кружевоплетения и безворсового ковроделия.

Промыслы после революции

Великая Октябрьская социалистическая революция принесла много нового в народные промыслы. Сразу же после ее победы кооперация кустарей становится массовым явлением. Многие ремесленники, желая освободиться от власти скупщиков, объединяются в промысловые артели.

Большую работу по возрождению, подъему и развитию художественных промыслов проводил в 20-е годы уже известный Кустарный музей.

В 1925 году на Парижской выставке возрожденное искусство народных художественных промыслов получило всемирное признание. Многие мастера и мастерицы хохломской росписи, вологодского кружевоплетения, богородской резьбы по дереву, палехской лаковой миниатюры получили высокие награды. К началу 30-х годов большинство кустарей были кооперированы в артели. В это время изменилось назначение народных промыслов. Они стали частью советского декоративного искусства. Художественная сторона их изделий стала основной, отеснив на второй план функции практические и утилитарные.

В 1932 году на базе Кустарного музея был создан Научно-исследовательский институт художественной промышленности, призванный изучать народное искусство и оказывать практическую помощь народным художественным промыслам.

Великая Отечественная война, нарушившая мирный труд, не могла не отразиться и на развитии художественных промыслов. В своих произведениях в годы Великой Отечественной войны народные мастера стремились откликнуться на волновавшие всех события. В первые годы послевоенного периода артели художественных промыслов восстанавливают свои творческие силы, воспитывают новые, молодые кадры мастеров и художников.

В 1960 году решением правительства, в связи с ликвидацией промысловой кооперации, художественные артели были преобразованы в фабрики и комбинаты, которые существуют и развиваются и по сей день.

В целях сохранения народных художественных промыслов в условиях рыночной экономики, для защиты их интересов в федеральных и региональных органах власти в 1990 году по инициативе ряда предприятий была создана Ассоциация «Народные художественные промыслы России».

Промыслы в начале 20 века

К началу XIX века и в его первой половине в деревнях и маленьких провинциальных городах продолжало существовать и развиваться домашнее производство. Наряду с ним продолжают развиваться художественные промыслы, которые по своей социально-экономической структуре значительно отличались друг от друга. Некоторые из них были надомными, производили товар «на скупщика» (вологодское кружевоплетение, ювелирное дело Красного Села). В других случаях промысел составлял крупное производство фабричного типа - мануфактуру (керамическое производство Гжели, набойка Павловского Посада). Многие помещики в своих имениях стали создавать художественные мастерские, в которых работали их крепостные, изготавливая на продажу ковры, кружево, узорные ткани.

Во второй половине XIX-начале XX века появляется много новых художественных промыслов. Таковы, например, крестецкий и заонежский вышивальные промыслы, вятский кружевной промысел и другие. Многие из них стали обслуживать город, испытывая при этом сильное влияние «ученого» искусства того времени. В других промыслах, бытовавших вдали от промышленных центров и вырабатывавших изделия для села, еще сохранились местные традиционные особенности, отражавшие старые народные вкусы. Но при всех обстоятельствах в основе художественного кустарного производства оставались творческий ручной труд и

виртуозное

исполнительское

мастерство.

Судьбы народных мастеров были неразрывно связаны с судьбой всего народа России. Передовая русская мысль на протяжении всего XIX века искала пути к улучшению народной жизни. Прогрессивные люди России, чтобы приблизиться к народу, пытались понять его стремления и интересы.

В 80-е годы XIX века в подмосковном имении миллионера С. И. Мамонтова в Абрамцеве была открыта столярная мастерская с целью внедрить старинное крестьянское искусство резьбы по дереву в быт городской интеллигенции. Аналогичные попытки оказать помощь народным художественным промыслам предпринимались и другими благотворителями и меценатами. Мастерские, подобные абрамцевской, появились в Талашкине, Соломинках и других местах. Но в изделиях этих мастерских эклектизм и влияние модернизма были выражены еще сильнее.

Поддержать художественные промыслы, оградить кустаря от эксплуатации скупщика неоднократно пытались губернские земства. С этой целью Московским губернским земством в 1885 году был открыт Кустарный музей, который должен был знакомить публику с кустарными изделиями, содействовать их сбыту, пропагандировать прогрессивные методы труда, усовершенствование технологии, новые орудия производства.

Однако все попытки облегчить положение кустаря, защитить народные промыслы от чужеродных влияний, вторжения в них чуждых народу «пошибов» и мещанских вкусов были обречены на провал. Слишком незначительны были все земские мероприятия по сравнению с огромным размахом деятельности кустарной России, подверженной законам капиталистического развития.

Художественные промыслы России

Каждый знает, что для повседневных нужд мы сегодня охотнее употребляем фарфоровые тарелки, а не расписные хохломские миски, стеклянные бокалы, а не серебряные кубки, пластмассовый или металлический портсигар, а не сигаретницу, расписанную федоскинскими миниатюристами. И тем не менее деревянная миска с хохломской росписью, серебряные изделия кубачинских мастеров, шкатулки, расписанные федоскинскими или палехскими миниатюристами, могут украсить нашу квартиру, кабинет, праздничный стол или общественный интерьер. Сегодня гораздо чаще товары художественных промыслов мы приобретаем не для утилитарных целей, а ради красоты, которую несут в себе эти изделия творческого ручного труда. *Они не позволяют душе и сердцу человека превратиться в камень.*

Приветствуем Вас в разделе о художественных промыслах России!

Современные изделия народных художественных промыслов **сохраняют этническую специфику**, связанную с передачей традиций художественного мастерства, сложившегося в рамках соответствующего этноса. Примечательно, что в глазах представителей других этносов такие изделия (возможно, из всего многообразия самые примитивные) превращаются в своеобразные этнические символы, причем необязательно конкретного этноса. Вполне возможна и некоторая унификация образа и соотнесение его с целой группой этносов-народов. Например, не секрет, что в современности своеобразным символом русского народа (и большинства других этносов, населяющих нашу страну) является матрешка.

Общее мнение о матрешке как об исконно русской древней игрушке, к сожалению, только миф. **Первая русская матрешка была выточена и расписана в московской игрушечной мастерской только в 90-х годах XIX века**, по образцу привезенному из Японии. Этот японский образец, выполненный с большим юмором, представлял собой множество вставляемых друг в друга фигурок японского мудреца Фукурума - лысоватого старичка с головой вытянутой вверх от многочисленных раздумий.

Несмотря на то, что и до сих пор можно встретить матрешек неожиданных форм: шаро- или конусообразных, в форме шкатулок и укладок для бутылок, самыми популярными были и

остаются фигурки имитирующие женское тело, правда сергиевские куклы как правило плотнее и приземистее семеновских.

Роспись собственной матрешки - дело трудное, кропотливое, но благодарное, даже если вы будете стремиться просто скопировать существующий образец, непременно получится что-то другое, своё.

Классической темой для росписи матрешек являются цветы. Стоит потренироваться рисовать разнообразные цветы, копируя их, например, с русских подносов, чашек, платков. Однако цветы - лишь одна из возможностей. Элементы орнамента можно придумать самим, а можно поискать в книгах, на шкатулках, шапках и т.п. Что, если попробовать расписать матрешку, используя традиционные орнаменты других народов: китайские, арабские, северные?..

Народные художественные промыслы России - неотъемлемая часть отечественной культуры. В них воплощен многовековой опыт эстетического восприятия мира, обращенный в будущее, сохранены глубокие художественные традиции, отражающие самобытность культур многонациональной Российской Федерации.

Художественные промыслы являются одновременно и отраслью промышленности, и областью народного творчества.

Сочетание традиций и новаторства, стилевых особенностей и творческой импровизации, коллективных начал и взглядов отдельной личности, рукотворности изделий и высокого профессионализма - характерные черты творческого труда мастеров и художников промыслов.

Неповторимые художественные изделия народных промыслов России любимы и широко известны не только в нашей стране, их знают и высоко ценят за рубежом, они стали символами отечественной культуры, вкладом России во всемирное культурное наследие.

В век технического прогресса, машин и автоматики, стандарта и унификации изделия художественных промыслов, выполненные в основном вручную, в большинстве своем из природных материалов, приобрели особое значение.

Игрушка - одна из древнейших форм творчества, на протяжении веков она изменялась вместе со всей народной культурой, впитывая в себя ее национальные особенности и своеобразие.

Основным материалом для изготовления игрушек были глина и дерево, а начиная с первой половины XIX века - папье-маше. Мастерили также игрушки и из соломы, мха, еловых шишек, льна. Как глиняные, так и деревянные игрушки изготавливались во многих местах России. Можно указать наиболее важные центры: деревянную игрушку больше всего делали в Московской и Нижегородской губерниях, глиняную - в Вятке, Туле, Каргополе.

Многие из промыслов существуют и по сегодняшний день. Наиболее крупным центром деревянной игрушки издавна был Сергиев Посад с прилегающими к нему селениями.

«Филимоновская игрушка»

Эта игрушка появилась семь веков назад в деревне Филимоново под Тулой. В древности считалось, что незатейливые свистульки - это обереги, которые должны принести детям удачу. В этой игрушке много загадок, с которыми еще предстоит разбираться историкам и археологам. Филимоновский промысел был на грани исчезновения, но теперь сказочные пестрые фигурки

вновь радуют нас. Нынешние художники сохраняют все приемы и сюжеты старинных мастеров. Современные филимоновские игрушки выглядят точно так же, как в глубокой древности.

«Богородская игрушка»

Богородская игрушка - единственный народный промысел, который ни в какие времена не знал упадка. Во все века славилась движущиеся фигурки - "дергачи". И нынешние мастера делают их по старым традициям, которые ведут свое начало с древних времен.

«Каргопольская глиняная игрушка»

Глиняные игрушки делали в России во многих городах и селах, но Каргопольские никогда с другими не спутаешь. Похожие фигурки людей, птиц и животных в этих местах лепили еще до нашей эры. Очень долго местные мастера-игрушечники работали, используя сюжеты и технологию старинных мастеров. В середине XX века гончарный промысел в Каргополе практически исчез, но его смогли возродить и вдохнуть новую жизнь в древнее искусство.

«Дымковская игрушка»

Глиняная свистулька, которую начали делать в XV веке в Дымково для местного праздника - Свистопляски, стала сегодня популярным русским сувениром. Когда-то промысел процветал, потом угас, но сейчас возродился. И сегодня, как встарь, дымковскую игрушку сразу узнаешь по белоснежному фону и ярким краскам. Каждая игрушка - уникальное произведение искусства, так как нет серийного производства.

Дымковская игрушка

Дымковская игрушка, *вятская игрушка*, *кировская игрушка* — один из русских народных глиняных [художественных промыслов](#). Возник в заречной слободе [Дымково](#) близ г. Вятка (ныне на территории г. [Кирова](#)).

Аналог дымковской игрушки отсутствует. Яркая, нарядная дымковская игрушка стала своеобразным символом [Вятской земли](#).

История промысла

Дымковская игрушка — один из самых старинных промыслов России, существует на Вятской земле более четырёхсот лет. Возникновение игрушки связывают с весенним праздником [Свистунья](#), к которому женское население слободы Дымково лепило глиняные свистульки в виде коней, баранов, козлов, уток. Позднее, когда праздник потерял своё значение, промысел не только сохранился, но и получил дальнейшее развитие.

Возрождение промысла произошло в советское время в 30-е года XX века и связано с именем А. И. Деньшина, который сумел уговорить потомственных мастериц [А. Мезрину](#), Е. Пенкину, Е. Кошкину не бросать ремесло и организовать артель "Вятская игрушка".

Позднее расширился круг тем за счёт внесения в игрушку новых бытовых и сказочных сюжетов. Было разработано большое количество орнаментов и цветовых сочетаний.

Технология

Дымковская игрушка — искусство рукотворное. Каждая — создание одного мастера. От лепки и до росписи процесс творческий, никогда не повторяющийся. Нет и не может быть двух одинаковых изделий. Каждая игрушка уникальна и единственна.

Для её производства используется местная красная [глина](#), тщательно перемешанная с мелким [речным песком](#). Фигурки лепят по частям, отдельные детали собирают и долепливают, используя жидкую глину как связующий материал. Следы лепки сглаживают для придания изделию ровной поверхности.

Игрушки эти очень простые. В фигурке барыни выделяется голова в кокошнике да юбка-колокол с передником. Наездник может быть не только на коне, но и на козле, свинье или петухе. Корова, баран, козёл очень похожи между собой, а отличаются друг от друга только формой рогов. Роспись дымковской игрушки нарядна и декоративна. На белом фоне очень ярко сверкают малиновый, синий, зелёный, жёлто-оранжевый цвет.

В образах краснощеких барынь, кормилиц, лихих всадников, сценах чаепитий, ярмарочных гуляний, весёлых каруселях продолжают жить многовековые традиции дымковского искусства (дымковский промысел возник в XV веке), бережно сохраняется архаика древних образцов.

Дымковская вятская игрушка давно стала народной скульптурой. Отличие этого художественного промысла от других народных промыслов России состоит в том, что каждая игрушка - это авторская творческая работа мастериц ручной лепки и росписи, которая существует в единственном экземпляре.

Традиционно промысел дымковской игрушки не имеет серийного поточного производства. У дымки есть свой товарный знак, а особая красочность и нарядность дополняются ромбиками сусального золота, который присущ только ей.

Гжель

Гжель — один из традиционных российских центров производства керамики. Более широкое значение названия «Гжель», являющееся правильным с исторической и культурной точки зрения, — это обширный район, состоящий из 27 деревень, объединённых в «Гжельский куст». «Гжельский куст» расположен примерно в шестидесяти километрах от Москвы по железнодорожной линии Москва — Муром — Казань. Сейчас «Гжельский куст» входит в Раменский район Московской области. До революции этот район относился к Богородскому и Бронницкому уездам.

История

Название Гжель имеет балтийское происхождение, вследствие чего наиболее близкие ему топонимические параллели находятся на западе, в области балтийской гидронимии. Так, в левобережье верхнего Приднепровья находим реку Агжелка, она же Гжелка, Гжолка, Гжелька; в Смоленской области близко к рассматриваемому названию река Гжать (правый приток Вазузы), а название её притока Кзелка сопоставимо с Кжеля, наиболее ранней формой названия села Гжель (чередование ж-з в названиях Верхнего Поднепровья встречается часто). Допускается образование гидронима Гжель из балтийского gud(i)-el- (сравни [др.-прусск.](#) 'кустарник'). Эта основа широко представлена в балтийской гидронимии: [прусск.](#) *Gudeniten*, [лит.](#) *Gudelupis*, [латыш.](#) *Guddel*, [курш.](#) *Gudde* и ряд других^{[1][2]}.

Поскольку Гжель является старинным центром производства фарфоровой, фаянсовой и глиняной посуды, ещё в прошлом веке появились попытки связать непонятное название местности с её специализацией:

Посуду жгут, обжигают, отсюда всё производство названо жгелью, словом, обратившимся в жгель в силу свойства простолюдина переставлять согласные. Позднее, когда промысел получил особо важное значение и привлёк к себе большую часть местных рабочих рук, название производства было перенесено и на самый занятый им район.

Понятно, что это объяснение совершенно необоснованно и представляет собой типичную кабинетную этимологию.

Издавна Гжель славилась своими [глинами](#). Широкая добыча разных сортов глины велась здесь с середины [XVII века](#). В [1663 году](#) царь [Алексей Михайлович](#) издал указ «во гжельской волости для [аптекарских](#) и [алхимических](#) сосудов прислать глины, которая годится к аптекарским сосудам». Тогда же для аптекарского приказа было доставлено в Москву 15 возов глины из Гжельской волости и «повелено держать ту глину на аптекарские дела: и впредь тое глину из Гжельской волости указал государь имать и возить тое же волости крестьянам, како же глина в Аптекарский приказ надобна будет». В [1770 году](#) Гжельская волость была целиком приписана к Аптекарскому приказу «для алхимической посуды». Великий русский учёный [М. В. Ломоносов](#), по достоинству оценивший гжельские глины, написал о них столь возвышенные слова: «...Едва ли есть земля самая чистая и без примешания где на свете, кою химики девственницею называют, разве между глинами для [фарфору](#) употребляемыми, такова у нас гжельская... , которой нигде не видал я белизною превосходнее...».

До середины [XVIII века](#) Гжель делала обычную для того времени гончарную посуду, изготавливала [кирпич](#), гончарные трубы, [изразцы](#), а также примитивные детские игрушки, снабжая ими Москву. Полагают, что количество выпускаемых тогда игрушек должно было исчисляться сотнями тысяч штук в год.

К [1812 году](#) в Гжели насчитывается 25 заводов, выпускающих посуду. Среди них самыми популярными были заводы Ермила Иванова и Лаптевых в деревне Кузеево. По подписям на оставшихся изделиях известны мастера Никифор Семёнович Гусятников, Иван Никифорович Срослей, Иван Иванович Кокун. Кроме посуды, делали игрушки в виде птиц и зверей и декоративные статуэтки на темы из русского быта. Блестящие белые лошадки, всадники, птички, куклы, миниатюрная посуда расписывались лиловой, жёлтой, синей и коричневой красками в своеобразном народном стиле. Краски наносились кистью. Мотивами этой росписи являлись декоративные цветы, листья, травы.

После [1802 года](#), когда была найдена светлая серая глина близ деревни Монино, в Гжели возникло производство [полуфаянса](#), из которого во множестве делали [квасники](#), [кувшины](#) и [кумганы](#). Со второй половины [20-х годов XIX века](#) многие изделия расписывали только синей краской. Полуфаянс отличался грубым строением и малой прочностью.

Около [1800 года](#) в деревне [Володино](#)^{[[неоднозначная ссылка](#)]} Бронницкого уезда крестьяне, братья Куликовы, нашли состав белой фаянсовой массы. Там же около 1800—[1804 годов](#) был основан и первый фарфоровый завод. Павел Куликов, его основатель, научился технике изготовления фарфора, работая на заводе Отто в селе Перово. Желая сохранить секрет выработки фарфора, Куликов всё делал сам, имея только одного рабочего, но, по преданиям, двух гончаров. Г. Н. Храпунов и Е. Г. Гусятников тайно проникли в мастерскую Куликова, срисовали горн (печь для обжига изделий) и завладели образцами глины, после чего открыли собственные заводы. Завод Куликова замечателен тем, что от него пошло фарфоровое производство Гжели.

Вторая четверть [XIX века](#) — период наивысших художественных достижений гжельского керамического искусства во всех его отраслях. Стремясь получить тонкий [фаянс](#) и фарфор, владельцы производств постоянно совершенствовали состав белой массы.

С середины [XIX века](#) многие гжельские заводы приходят в упадок, и керамическое производство сосредотачивается в руках [Кузнецовых](#), некогда выходцев из Гжели. После революции кузнецовские заводы были национализированы.

Только с середины [XX века](#) в Гжели начинается восстановление промысла, отметившего недавно своё 670-летие. В 1930-х и 1940-х здесь была сосредоточена почти половина всех фарфорофаянсовых предприятий России.

В [1912 году](#) на Казанской железной дороге на ветке Москва-Черусти была открыта [железнодорожная станция](#), получившая название по местности — Гжель. Выросший при станции посёлок также называется Гжель. Посёлок состоит из двух частей, неофициально именуемых «Посёлок известкового завода», или «Известковый» (по имени находившегося здесь и снесённого известкового завода), и «Посёлок кирпичного завода», или «Труженик».

Сысертский фарфор

Сысертский завод был славен своими традициями по изготовлению фарфоровой посуды и скульптуры еще с XIX века. Здесь работали уникальные мастера, которые знали секреты этого промысла. Спустя столетия это ремесла не потеряла своей значимости на Урале. В настоящее время на Сысертском заводе выпускает декоративную скульптуру на темы уральских сказов, русских былин, а также чайные и кофейные сервизы, вазы. Молодое поколение художников и технологов работает над совершенствованием технологий, создает высокохудожественные авторские изделия современных форм. Коллекции сысертского фарфора неоднократно отмечались дипломами различных выставок, многие изделия приобрели для своих экспозиций музеи Российской Федерации.

В рамках нашей экскурсии Вы сможете попасть на это уникальное производство, познакомиться с технологиями создания и росписи фарфоровых изделий, а также поучаствовать в мастер-классе.

Художественный промысел, выпускающий фарфоровую посуду и скульптуру, был организован на базе артели «Промкооператор», основанной в 1942 году. Вначале артель изготавливала гончарную посуду, но с конца 40-х годов приступила к налаживанию фарфорового производства, которое в Сысерти имело свои традиции, так как небольшой фарфоровый завод существовал здесь в конце XIX - начале XX века.

В настоящее время предприятие выпускает декоративную скульптуру на темы уральских сказов, русских былин, а также чайные и кофейные сервизы, вазы.

Изделия декорируются чаще всего подглазурной росписью солями, реже - надглазурной росписью. В колорите росписи преобладают мягкие коричневато-серые и легкие голубые цвета. Темы для орнамента художники черпают в уральских пейзажах.

Молодое поколение художников и технологов работает над совершенствованием технологий, создает высокохудожественные авторские изделия современных форм.

На промысле трудятся 480 человек, годовой выпуск продукции составляет около 1, 5 миллиона единиц фарфоровых изделий.

Коллекции сысертского фарфора неоднократно отмечались дипломами различных выставок, многие изделия приобрели для своих экспозиций музеи Российской Федерации.

Феникс

Объединившись в своих творческих поисках, художники и мастера Кисловодска создали новый стиль фарфора, отличающийся многообразием форм, богатством художественно-выразительных средств, особым колоритом. Новый стиль появился в результате творческого переосмысления традиций художниками-профессионалами, пришедшими на предприятие в начале 60-х годов.

В производстве кисловодского фарфора сложились четыре направления: орнаментальная роспись подглазурными красками, люстровая и пейзажная росписи, ручная лепка. Технология ручной лепки достигла в творчестве кисловодских мастеров высокого технического и

эстетического совершенства. В основе декора ручной лепнины - растительный орнамент, условные декоративность и пластика, виртуозное исполнение цветочных букетов и других орнаментальных элементов, позволяющие близко подойти к натуре и при этом избежать ее механического воспроизведения.

Серийное производство изделий с художественной лепкой не имеет себе равных в России как по качеству продукции, так и по объему ее выпуска. ЗАО «Кисловодский фарфор - «Феникс»» является единственным в России предприятием, осуществляющим поточное производство изделий такого рода.

ЗАО «Кисловодский фарфор «Феникс»

Хронометр ЗАО «Кисловодский фарфор «Феникс» начал свой отсчет с 1930 года, когда в Кисловодске была основана художественная артель имени 1 Мая, специализирующаяся на выпуске художественных изделий из кости. Шли годы, оттачивались мастерство и технологии, и, достойно пройдя свой тернистый путь восхождения к успеху «Феникс» заслуженно занял свое место среди таких прославленных народных художественных промыслов, как гжель, хохлома, жостовская роспись скопинская керамика, федоскинская миниатюра.

О высоком художественном уровне выпускаемых в то время изделий говорит тот факт, что в 1937 году на Всемирной выставке в Париже экспонировалось 12 произведений из кости, изготовленных мастерами кисловодской артели.

В послевоенные годы создается цех художественной резьбы по кости, положивший начало возрождению промыслов в Кисловодске, подготовивший новую плеяду мастеров. Коллектив артели принимает самое активное участие в выставках, включая международные. Складывается творческая группа, в составе которой работают художники и талантливые мастера. Ассортимент изделий был просто необъятным. В дело шли кость, рог, перламутр, янтарь, самшит, породы мягкого поделочного камня, дерево, холодный батик, оргстекло, гипс, пластмасса. Дальнейшее развитие промысла привело к необходимости выделения его в отдельное производство. Фарфоровое производство было открыто в 1961 году. Несколько лет напряженного труда понадобилось художникам, технологам, мастерам и рабочим цеха, чтобы освоить технологические приемы декорирования фарфоровых изделий. С назначением директором Наримана Каирова фабрика была переименована и стала Кисловодской фабрикой сувенирных изделий. Он превратил фабрику, которая на момент его прихода еще имела признаки артели, в современное предприятие. Значительно выросла творческая группа, расширился ассортимент и способы декорирования изделий: ручная лепка, люстровая роспись шликерная роспись. Появились совершенно новые виды изделий: чайные и кофейные подарочные наборы, наборы для молока, конфетницы, шахматы из фарфора, изделия из стеклошамота и т.д. Продукция фабрики стала пользоваться повышенным покупательским спросом не только в регионе, но и в стране.

Много сделал для развития фабрики и Павел Лобжанидзе, ставший руководителем с 1985 году. Была проведена модернизация фабрики, что послужило расширению ассортимента (700 наименований) выпускаемой продукции. Заметно расширилась палитра красок и люстров, появились золотосодержащие краски для росписи фарфоровых изделий. О высоком уровне изделий фабрики говорит и тот факт, что на художественной выставке стекла, фарфора и керамики в Бонне. Визитной карточкой выставки было изделие, выполненное мастерами фабрики, кобальтовая ваза «Свадебная».

В начале 80-х годов кисловодский фарфор обретает свой нынешний своеобразный вид. К XXII Олимпийским играм, проходившим в Москве, были изготовлены первые изделия с оригинальной ручной лепкой, которая на годы стала визитной карточкой этого предприятия и своего рода лицом народных промыслов региона.

Продукция с маркой Кисловодский «Феникс» пришлась по душе потребителям и в экономически трудный период, совпавшей с зарождением рыночных отношений, когда многие производства художественных промыслов практически прекратили свое существование. Кисловодский «Феникс» не только удержался на плаву, но и стал родоначальником ряда производств фарфоровых и керамических художественных изделий, которые во множестве создавались под влиянием его стили.

Безошибочно узнаваемый стиль кисловодского фарфора востребован не только в нашей стране, но и далеко за ее пределами. Поскольку индивидуальное изготовление каждого изделия придает им особый облик и теплоту.

Сыктывкарское предприятие НХП

Предприятие организовано в 1973 году для возрождения, сохранения и развития традиций прикладного искусства народа коми.

Любимым и традиционным материалом народных умельцев является дерево. Современные мастера изготавливают резную деревянную посуду и домашнюю утварь, солонки, пивные жбаны, хлебницы, шкатулки различной формы, украшенные трехгранной выемчатой резьбой. Не менее самобытны изделия из бересты и лыка - туеса, коробки, шкатулки, плетеные изделия, игрушки, национальные музыкальные инструменты, а также плетение из еловых и можжевельных корней. Многие изделия из бересты декорированы тиснением, прорезными узорами верхнего пласта, росписью растительного и геометрического орнамента.

Традиционное национальное узорное вязание органично используется в современном костюме и его дополнениях - поясах, перчатках, варежках, чулках. Изделия из замши, кожи, меха северного оленя - национальная одежда, обувь, элементы костюма, сумки, пояса, кошельки, украшения со вставками из поделочного камня, резной кости и бисера - отличаются богатством орнаментальной и декоративной отделки. Продукция промысла пользуется заслуженным успехом на международных и отечественных выставках и ярмарках, экспортируется во многие страны мира.

Холуйская лаковая живопись

В старинном русском поселке Холуй живут потомки иконописцев, а в настоящее время художники лаковой миниатюры на папье-маше. Опираясь на каноны древнерусского изобразительного искусства, традиционные технологии русских художественных лаков, холуйские мастера сумели создать особую манеру живописи, сделать свои произведения - шкатулки, коробочки, броши, декоративные панно - оригинальными, живописными, интересными. Холуйские художественно-промышленные мастерские были созданы в 1993 году на базе художественной артели, существовавшей с 1934 года.

Холуйская миниатюра выполняется яичной темперой на лаковых изделиях из папье-маше. В росписи используются фольклорные, исторические, бытовые мотивы, в которых стилизованные фигуры изображаются на фоне условно-декоративного пейзажа. На промысле работают известные мастера и художники, творческие успехи которых отмечены международными наградами, в том числе Серебряной медалью на Международной выставке в Брюсселе. Многие из них удостоены почетных званий народных и заслуженных художников Российской Федерации, лауреатов Государственной премии Российской Федерации имени И. Е. Репина.

Холуйская миниатюра — [народный промысел](#), развившийся в селе [Холуй Ивановской области](#). [Лаковая миниатюра](#) выполняется [темперой](#) на [папье-маше](#). Обычно расписываются шкатулки, кубышки, игольницы и т. д.

Зарождение

Первоначально слободские умельцы (также, как их соседи в [Палехе](#) и [Мстере](#)) занимались [иконописью](#), в основном для [Троице-Сергиевой лавры](#), а также изготавливая и недорогие иконы для окрестных жителей.

Коренное отличие холуйской миниатюры от других, аналогичных, производств было заложено с самого начала: по совету занимавшегося развитием народных промыслов искусствоведа [А. В. Бакушинского](#), для экономии средств мастера обучались работе не на предметах, планируемых для росписи, а на листах [картона](#), окрашенных в черный цвет и покрытых лаком.

Развитие

В 1934 году в Холуе была создана художественная [артель](#), занимающаяся росписью лаковых изделий. Благодаря таким мастерам-энтузиастам, как С. Мокин, К. Костерин, В. Пузанов-Молев

и Д. Добрынин, авторитет лаковых миниатюр неуклонно рос: в 1937 году на [Всемирной выставке](#) мастерам были вручены бронзовые медали.

В послевоенные годы в искусстве холуйских мастеров всё яснее стали проступать своеобразие и индивидуальная манера, зримо отличающиеся от искусства мастеров других мест (таких, как [Федоскино](#), Палех и Мстера). Главным отличием холуйской живописи является использование синевато-зеленого и коричнево-оранжевого тонов.

Жостовская фабрика декоративных изделий

Жостово Мытищинского района Московской области - центр прославленного русского художественного промысла, возникшего в 1825 году на основе производства лаковых изделий из папье-маше и лакированных железных подносов с сюжетной и цветочной росписью.

Обаяние искусства Жостова - в искренности и непосредственности содержания, выразительности художественных приемов. Для жостовских мастеров характерно умение находить удачное цветовое решение и точные средства декоративного языка для отображения природы, успешно сочетать отдельные детали живописи друг с другом и роспись подноса с его формой.

В качестве сюжетов мастера используют натюрморты, пейзажи, образы сказочных персонажей и, конечно, русской тройки. Однако визитной карточкой жостовской росписи остается букет. Реально существующие и рожденные фантазией художника цветы собираются в букеты или располагаются венками и гирляндами на черном лаковом, цветном металлизированном или перламутровом фоне. Роспись создается как блестящая импровизация на цветочные мотивы, поэтому повтор или стандартизация исключаются. На промысле работают потомственные мастера, семейные династии, есть свои формы обучения преемственности художественного ремесла.

Указом Президента Российской Федерации от 6 ноября 1993 года промысел включен в Государственный свод особо ценных объектов культурного наследия народов Российской Федерации.

История Жостовского промысла восходит к началу XIX века, когда в ряде подмосковных сел и деревень бывшей Троицкой волости (ныне Мытищинский район Московской области) – Жостово, Осташково, Хлебниково, Троицком - возникли мастерские по изготовлению расписных лакированных изделий из папье-маше. Возникновение жостовского расписного подноса связывается с фамилией братьев Вишняковых.

В прейскуранте Вишняковых значилось: «Заведение братьев Вишняковых лакированных металлических подносов, сухарниц, поддонов, из папье-маше шкатулок, портсигаров, чайниц, альбомов и проч....существует с 1825 г.»

В 1830 году производство подносов в Жостово и окрестных селениях увеличилось. Появились первые металлические кованые подносы, украшенные цветочной росписью.

Основной мотив жостовской росписи – цветочный букет. В самобытном искусстве жостовских мастеров реалистическое ощущение живой формы цветов и плодов сочетается с декоративной обобщенностью, родственной русской народной кистевой росписи на сундуках, берестяных туесах, прялках и т.п.

В его основе лежали старые разработки декоративных цветочных композиций с набором садово-полевых цветов («собранный букет», «букет в раскидку», гирлянда, венок.)

Широкой кистью художник набрасывает композицию букета на рабочей поверхности подноса. Создавая букет, художник следит за красотой и выразительностью силуэта цветов, бутонов, листьев и стеблей, за ритмичным расположением красочных пятен.

Жостовским букетам присуща яркость красок. Наряду с традиционным черным фоном создаются красные, синие, зеленые, край подноса украшают легким, ажурным растительным орнаментом.

В Жостовский поднос вложено вдохновение лучших мастеров народного промысла, которые бережно сохраняют исключительные вековые традиции и преемственность. Роскошь, подлинность и чувственность – это уникальный Жостовский букет.

Северная чернь

Уникальный народный художественный промысел изготовления серебряных изделий возник в городе Великий Устюг во второй половине XVII века. Долгие годы секреты мастерства передавались по наследству.

Лишь в конце 80-х годов прошлого столетия знаменитый устюжский мастер М. И. Кошков раскрыл тайны своего искусства племяннику М. П. Чиркову, который в 1934 году передал секрет черневого сплава промысловой артели. Позже на базе артели был создан завод «Северная чернь». Умельцы завода «Северная чернь» берегут и развивают традиции древнего мастерства, создают подлинные шедевры ювелирного искусства. Безупречная форма, строгость и изящество черневого рисунка в сочетании с золотым декоративным покрытием делают устюжские украшения и предметы сервировки стола благородно нарядными.

Разнообразный ассортимент завода «Северная чернь» постоянно пополняется новыми образцами. Они отличаются простотой и лаконичностью формы, строгим силуэтом и филигранностью отделки. На каждый предмет мастера наносят сложный черневой рисунок с разгравировкой и узоры, заимствованные из древнерусской графики. В сюжетах используются народные, былинно-сказочные мотивы, национальные и цветочные орнаменты.

Серебряные черневые изделия, изготовленные специалистами Великого Устюга, удостоивались высоких наград на выставках в Москве, Лондоне, Париже и других городах мира.

Всемирную славу Великий Устюг приобрел знаменитой «северной чернью». Чернь - это сплав серебра с медью, свинцом и серой. Размельченный в порошок состав втирается в бороздки награвированного на серебряном предмете узора. При обжиге чернь прочно сплавляется с серебряной поверхностью, рождая черный графический рисунок. Его дополняют гравировкой, чеканкой, золочением, канфарением фона - прочеканиванием специальным острым инструментом, который создает зернистую фактуру поверхности металла. От способа приготовления черни и пропорций ее составных частей зависит прочность сцепления с серебром и оттенок черного цвета. Устюжане имели свой секрет состава. От других подобных центров северная чернь отличается особой прочностью и богатой гаммой - от пепельно-серого до густо-черного.

Северную чернь характеризует особо прочный черневой состав, пропорции составляющих частей которого сохранялись как профессиональная тайна поколениями великоустюжских мастеров. Стилистические особенности их творчества оказали влияние на работы мастеров Архангельска, Вятки, далекого Тобольска.

Как известно, чернение по серебру «живет» в русском искусстве со времен Киевской Руси. В XVI-XVII веках наибольшее развитие это искусство получает в Москве. Из трех исторически сложившихся центров черневого искусства - Москвы, Дагестана и Великого Устюга - последний отличается высочайшим уровнем исполнения и утонченной изысканностью изделий. В Великом Устюге уже в XVII столетии работали мастера серебряного дела, но наивысший расцвет искусства черни в этом городе относится к XVIII веку, когда господствующее положение занимает стиль барокко.

Искусство северной черни периода XVIII-XIX веков нельзя считать искусством профессиональным. Скорее, оно занимает как бы промежуточное положение между профессиональным и народным искусством, в котором, как известно, имеются исключительно устойчивые местные художественные традиции, нейтрализующие в значительной мере влияние стилевых направлений эпохи. Изделия устюжских мастеров периода барокко подчеркнута массивны, формы их пластичны, с плавными контурами, закругленными углами, что великолепно сочетается с мягкостью гравировки, создающей впечатление пластичности рисунка черни.

Крупнейшим художником северной черни в XVIII столетии был М.М. Климшин (1711-1764), который своим творчеством как бы заложил основы технических приемов и художественных решений, ставшие традиционными в устюжском черневом искусстве. О творчестве выдающегося мастера своего времени Михаила Климшина дают представление две уникальные работы. Одна из них - посох великоустюжского епископа Варлаама, исполненный в 1750 году. По всему стволу посоха размещены изображения евангельских сцен в обрамлении орнамента; на фигурной рукояти вырезана надпись, подтверждающая имя владельца и автора

вещи. Еще большее мастерство композиции обнаруживает Климшин в небольшой табакерке 1764 года. Крышка и каждая из сторон украшены миниатюрными картинками - сценами парадного выезда, соколиной охоты. Темные фигуры людей выступают четкими силуэтами на фоне пейзажа или архитектуры. Изображения выполнены характерной для Климшина густой чернью. В этом замечательном произведении проявились все особенности почерка мастера - изящество рисунка, богатство светотеневых и фактурных разработок в деталях, канфарение фона, сочетание серебра с мягкой матовой позолотой.

Тематика рисунка черневых изделий этого периода была характерной: пасторальные сцены, парковые пейзажи с архитектурой и др. В 70-х годах XVIII века появляется новая тематика, прославляющая известные победы русской армии и флота, панорамы Великого Устюга, Архангельска и Вологды. На круглой табакерке из собрания Русского музея в обрамлении черневой сетки меридианов и широт на золотом фоне помещена карта Вологодского наместничества. Тщательно прорисованы чернью реки, написаны их названия, города обозначены миниатюрными контурами строений. На оборотной стороне табакерки приведены многочисленные статистические и географические сведения о местности. Простота и строгость формы предмета и своеобразный рационализм ее декора отвечали требованиям стиля классицизма. Эту работу выполнил в 1794 году еще один выдающийся устюжский мастер Иван Жилин.

Любовь к своему городу устюжане выражали в многочисленных панорамах, помещаемых на самых разнообразных предметах. Один из крупных потомственных мастеров XIX века Михаил Кошков украсил видами города комплект чайных ложек. Несмотря на миниатюрные размеры, тонко награвированные пейзажи достоверно передают основные архитектурные ансамбли знаменитой набережной Великого Устюга. Успехи устюжан побудили к аналогичным пробам и вологодских мастеров. В 1837 году Иван Зуев поместил на гладком фоне серебряного подноса вид на вологодский Софийский собор. Тонкой штриховой гравюрой исполнен не только архитектурный пейзаж, но своего рода жанровая зарисовка города того времени.

Позднее, в начале XIX столетия, в северном черневом искусстве проявляется господствующий тогда стиль классицизма. В изделиях устюжских мастеров черни исчезает характерный для стиля барокко золотой фон, рисунок становится строгим и лаконичным. Формы изделий также преобразуются, приобретая простоту и некоторую универсальность, чего не наблюдалось в изделиях времен барокко. На смену мягкой тональности переходов черневого рисунка приходит контрастность, характерной становится графичность, четко прорисовываются детали. Полностью исчезают пространственность и глубина черневого рисунка, на смену им приходит плоскостность изображений. Типичными становятся изображения гирлянд, военная эмблематика, свойственная классицизму, особенно его завершающему периоду. Вместе с тем в рисунке и изделиях северной черни времен классицизма наглядно проявляются черты, присущие народному искусству, такие, как декоративность и богатство узора, традиционная законченность композиций.

Во второй половине XIX столетия чернь постепенно утрачивает высокий уровень уникального искусства. Художественное творчество медленно превращается в ремесло, а в начале XX века северная чернь, по существу, прекращает свое существование. Секреты и профессиональные навыки сохраняются лишь у единичных мастеров Великого Устюга. Однако уникальное искусство не исчезло полностью. Уже в довоенные годы в Великом Устюге работала артель «Северная чернь», руководителем которой многие десятилетия был заслуженный деятель искусств РСФСР Е.П. Шильниковский, выдающийся гравер и художник, создатель орнаментального направления в искусстве северной черни. Ему принадлежит более трехсот рисунков для черневых изделий и собственных оригинальных произведений. Большую известность в свое время получила стопка «Золотой хмель», не раз повторявшаяся автором.

Холмогорская резьба по кости им. Ломоносова

На севере Архангельской области в окрестностях Холмогор уже в XII-XIII веках сложились традиции своеобразной ажурной резьбы по кости.

В настоящее время в селе Ломоносово работает большой и талантливый коллектив резчиков по кости, искусство которых широко известно не только в нашей стране, но и за рубежом. Все

мастера, работающие на промысле, получают специальное образование в художественной школе резьбы по кости, которой принадлежит ведущая роль в формировании будущих резчиков. С организации школы в 1930 году и началась новая жизнь традиционного искусства - ее выпускники составили творческий коллектив, возродивший промысел.

Мастера изготавливают уникальные высокохудожественные изделия: большие вазы и кубки, ларцы, шкатулки, секретеры, ювелирные украшения, а также предметы быта: крючки для вязания, ножи для разрезания бумаги, заколки для волос, шпильки, гребни, броши, серьги, ручки и многое другое. Выполненные в лучших традициях промысла, они в то же время отражают современные тенденции декоративного народного искусства. Работы холмогорских резчиков отмечены многими наградами международных и отечественных выставок, экспонируются в ведущих музеях страны.

Дымковская игрушка

Дымковская игрушка - одно из уникальных явлений народного искусства России. Самостоятельное значение промысел приобрел в XIX веке. Название игрушки связано с местом изготовления - слободой Дымково (ныне - район города Кирова). Промысел развивался от простых игрушек и свистулес к декоративной скульптуре.

Предельная обобщенность силуэта, острая подчеркнутость деталей, яркая орнаментальная роспись обусловили непреходящее художественное значение глиняных фигурок, уже переставших выполнять роль игрушек и прочно вошедших в современный быт в качестве украшения жилого интерьера. Наиболее характерны женские фигуры - «барышни», «кормилицы», «водоноски». Большое место принадлежит многофигурным жанровым композициям на темы городской жизни; декоративной скульптуре, изображающей птиц и животных.

Праздничный и нарядный облик игрушек создается росписью по меловому фону. В основе росписи - геометрический орнамент из колец, овалов и клеток и яркая контрастная цветовая гамма синего и желтого, малинового и зеленого, черного и белого, дополняемая наклеенными кусочками золотистой фольги - потали. Творческий потенциал коллектива промысла достаточно высок. Его славу составили заслуженные художники Российской Федерации, лауреаты Государственной премии Российской Федерации имени И. Е. Репина, потомственные династии ведущих мастериц. Блестящие образцы дымковской игрушки экспонируются на отечественных и международных выставках, хранятся в ведущих музеях страны и мира.

Беломорские узоры

Народные умельцы Русского Севера издавна славились искусством обработки дерева, с XVIII века - архангельскими изделиями золотного шитья, узорного ручного ткачества, ручного вязания, с XIX века - замечательной глиняной игрушкой, получившей название «Каргопольская игрушка» (по названию города Каргополя Архангельской области).

В 1968 году с целью возрождения, сохранения и дальнейшего развития народных ремесел Русского Севера в городе Архангельске было создано предприятие народных художественных промыслов «Беломорские узоры». В ассортимент предприятия включено около 300 изделий утилитарного и декоративно-сувенирного назначения.

Творческий коллектив художников и мастеров постоянно работает над обновлением ассортимента, создает новые образцы массовой продукции и уникальные высокохудожественные произведения.

Изделия предприятия НХП «Беломорские узоры» неоднократно экспонировались на выставках и ярмарках. Туристы, посещая город Архангельск, обязательно покупают на память работы местных мастеров.

Хохломской художник

Всемирно известная хохломская роспись родилась в крестьянском быту лесных деревень Заволжья.

Традиции искусства росписи деревянных изделий продолжают развиваться на Ковернинском ТПО «Хохломский художник», которое возникло в марте 1919 года на родине хохломского промысла.

Выработанная веками оригинальная техника «золотой» окраски изделий сохранилась до настоящего времени. Классическое сочетание золота с киноварью и черным цветом, составляющее основу колорита хохломских изделий, мастера тактично дополняют коричневым, желтым и зеленым цветами. Художники промысла используют кистевые приемы письма без применения трафарета или предварительного нанесения рисунка. Наиболее характерным является тонкое «травное письмо».

Ассортимент изделий насчитывает более 140 наименований. Это поставки, бочата, чаши, братины, наборы для супа, салата, резные ковши, а также расписная мебель - журнальные столики, табуреты. Изделия, выпускаемые объединением, украшают интерьеры жилых помещений, их дарят близким с пожеланием счастья, они стали популярными русскими сувенирами.

При словах «Холмогорская резьба по кости» встают перед глазами овечьи былины поэзией изделия холмогорских резчиков - «дорог рыбий зуб, мудрено вырезы повыврезано». Более 400 лет живет это искусство. Много талантливых мастеров потрудились здесь, но как мало мы о них знаем.

Первые архивные сведения относятся к 17 в. «Курцева (Холмогорский посад) 1622-1626 гг.». Среди прочих профессий жителей указаны «четочники» Исачко Трофимов сын Соломатов, «четочник» молодчей, Селиванко Иванов сын Выдрин, четочник, молодчей и т.д. К 17 же веку относятся сведения о Шешининых Евдокиме, Семене, Иване, Семене, Василии. Все они были вывезены из Холмогор в Москву для работы в Оружейной палате.

Наибольшего расцвета Холмогорская резьба по кости достигла в эпоху царствования Петра Первого. В это время мастера исполнили ряд уникальных работ, которые для современных косторезов служат образцами художественного оформления и технического исполнения. Петр I, познакомившись с холмогорской резьбой по кости, покровительствовал мастерам и снабжал их образцами западного косторезного искусства. С волной иноземных влияний приходит мода на изделия из кости. Они получают широкое распространение среди высшего дворянства. Костяные изделия в качестве памятных подарков вручались весьма важным особам. Следует отметить, что в царском обиходе постоянно находились костяные изделия. После смерти Екатерины первой в протоколах Верховного Тайного Совета было зафиксировано, что личные вещи императрицы хранились в двух холмогорских ларцах. Не менее любопытно, что в личных комнатах Екатерины два резных костяных образа в золотой оправе, а так же два костяных образа в серебряной оправе. Это свидетельствует об устойчивом интересе к изделиям из резной кости - ларцам, гребням, иконам, другим предметам.

В течение всего 18 в. косторезное производство и его художественная ценность не снижалась, а наоборот увеличивалась. Федот Иванович Шубин - это имя встает рядом с именами других выдающихся деятелей русской культуры. Знаменитый русский скульптор. В 1759 г. после смерти отца он приехал в Петербург, где благодаря содействию М.В. Ломоносова становится известным своими работами влиятельным лицам, которым он «услуживал резьбой по кости». Он резал иконы по перламутру. По преданию им вырезан рельефный портрет М.В. Ломоносова.

Следует назвать имя еще одного из замечательных резчиков того времени - это Осип Христофорович Дудин (1714-1780). Родился и вырос на Курострове. Он происходил из семьи священника местной церкви, человека образованного, любившего книги и оставившего в своем доме крупнейшую библиотеку. Личность Христофора Дудина можно считать незаурядной уже потому, что не всякий становится другом архиепископа Афанасия. Михаил Ломоносов подростком пользовался библиотекой Дудиных. Личное знакомство, многолетняя дружба между семьями Дудиных и Ломоносовых продолжалась и в годы, когда Осип Дудин приехал в Петербург, сопровождая своего сына Петра, который поступал учиться в гимназию при Академии наук, где в ту пору уже работал М.В. Ломоносов. В Санкт-Петербургских Ведомостях

не раз печаталось объявление: «Костяных дел мастер Осип Дудин делает костяные резные вещи, а именно шахматы, марки, табакерки, к ножам черенья, шкатулки и прочие вещи». У Дудина не раз покупали шахматы для наследника царского престола великого князя Павла Петровича.

Дудин завершил определенный этап в развитии косторезного искусства 18 в. На смену ему пришел другой мастер резьбы по кости Николай Степанович Верещагин. Расцвет его творчества пришелся на 1790-1810 гг. Он также был уроженцем Холмогорского уезда, вырос в семье солдата, выучился резьбе и вскоре прославился. Так же как и Дудин, Верещагин соединил в своем творчестве традиции севернорусского косторезного искусства с элементами раннего классицизма, свидетельствующие о достаточной эрудиции и. Культуре художника, его контактах с петербургскими заказчиками и двором. Многие произведения костореза поступали в Зимний дворец и определялись на хранение в Императорский Эрмитаж. Сохранилось несколько декоративных ваз, выточенных и украшенных сквозной тончайшей резьбой и рельефами. Одна из таких ваз была преподнесена Екатерине II.

Для резной кости 19 - нач. 20 вв. была характерна механика сквозной резьбы. Из этого времени нам известны имена мастеров: М.И. Перепелкина и М.М. Бобрецова, ученика и учителя соответственно.

Бобрецов Михаил Михайлович, потомственный мастер. Кроме других вещей, известно его блюдо с резным бортиком и вензелем «В» в центре. Оно было поднесено с хлебом - солью великому князю Владимиру Александровичу при его посещении Холмогор в 1885 г.

Перепелкин Максим Иванович, родился в 1860 г. С 1885 по 1900 работал руководителем класса резьбы по кости при Ломоносовской школе. Отличный мастер, в совершенстве владел техникой резьбы. У него учились Гурьев, Петровский и Узиков, с именами которых связывают возрождение промысла в 30-х годах двадцатого века. В это время мастера основное внимание переключили на расхожие бытовые вещи. Но искусство резьбы не утрачивалось, оно сохранялось, передавалось ученикам следующего поколения.

Из наших современников более известны имена Буторина Н.Д., Просвирнина В.А., Ватлина В.Т. Работы этих мастеров

экспонируются на выставке «Холмогорская резная кость», в выставочном зале Историко-мемориального музея М.В. Ломоносова.

Коллекция насчитывает более 500 экспонатов. Вдумчиво и проникновенно обращаются мастера-косторезы к богатым историческим традициям резьбы и гравировки, творчески осваивают не только техническую сторону наследия. Только на этом пути оказалось возможно развить гравюру на кости. Образцы этого нового направления, связанного, прежде всего с именем Н.Д. Буторина представлены на выставке.

Ряд экспонатов из церкви демонстрируют вкус и высокое мастерство резчиков. Большие художественные достижения в освоении этого материала у Гурьева А.С.

Характерной чертой 90-х годов XX столетия является рост индивидуального начала в творчестве мастеров. Это связано с новыми историческими условиями, новым мировоззрением художников. Формируется новый тип мастера современной художественной промышленности, в характере которой совмещается новое и очень хорошо забытое старое. Это выражается в самостоятельно осознанном избирательном отношении к традициям. Традиции очень многообразны и мастер соотнося их со своим личным понятием выбирает наиболее приемлемое для себя, своего понятия о красоте. Среди современных мастеров промысла выделяется мастер-художник высшего класса, член Союза Художников России Ватлин Василий Тимофеевич. Его отличает виртуальная резьба и утонченное мастерство владения материалом. Кость, обработанная мастерской рукой смотрится как драгоценность. Основа содержания его работ - природа. Оптимизм, свойственный народному мировоззрению проявляется в его творчестве удивительно ярко.

Ведущим мастером промысла является член Союза Художников Осипов Геннадий Федорович. Ему присвоено звание заслуженного художника России.

Привлекают внимание знатоков и туристов большие ларцы Хабарова Владимира Николаевича. Это мастер, отлично знающий традиции промысла. Ученик Н.Д. Буторина.

Значительными произведениями современной Холмогорской резьбы являются произведения члена Союза Художников в России Просвирнина Виталия Александровича. Его

работы экспонируются во многих музеях страны, а так же на зарубежных выставках. Имя этого художника останется в истории промысла.

К последнему десятилетию относится наибольшее количество работ, экспонированных на всевозможных выставках в России и за рубежом, что дает возможность отчетливо представить творчество и выдающихся опытных художников, и самостоятельные шаги молодежи, только вступающей в искусство.

В с. Ломоносово, на фабрике художественной резьбы по кости сейчас изготавливают массовые изделия на продажу и уникальные тематические вещи. Используется традиционный материал: кость моржовая, мамонтовая и простая говяжья кость-цевка. Растет новое поколение мастеров. Промысел не стареет. Он молод, и поисками новых путей в искусстве, и постоянным притоком молодых творческих сил.

Городецкая роспись

Городецкая роспись по дереву - знаменитый народный промысел Нижегородского края, появившийся в 40-х годах XIX века в деревнях, расположенных по реке Узола, близ города Городца. Росписью, скобчатой резьбой и инкрустацией из мореного дуба мастера украшали крестьянские прялки, лубяные лукошки, коробки для хранения пряжи, берестяные бураки (круглые коробки) и детские стульчики.

Обязательной частью композиции городецкой росписи являются пышные гирлянды или живописные букеты фантастических цветов, напоминающих розы, купавки, ромашки, колокольчики, и разнообразные птицы, олицетворяющие счастье.

Но главным «героем» городецкого промысла был и остается «конь-огонь» с необыкновенной, смело изогнутой и подчеркнута вытянутой шеей.

Художники часто используют в росписи сюжеты из городской жизни. Мастера любят изображать прогулки кавалеров с дамами, лихих всадников, сцены чаепития в богатых интерьерах (с колоннами, старинными настенными часами, высокими окнами, украшенными пышными занавесками).

Современные мастера фабрики «Городецкая роспись» успешно продолжают развивать традиции сюжетно-орнаментальной живописи, передают свой опыт молодому поколению.

В настоящее время предприятие выпускает более 500 наименований изделий: хлебницы, солонки, наборы посуды, доски, сундучки, шкатулки, детские игрушки и мебель. На фабрике работает иконописная мастерская, в которой искусно возрождается технология иконописи XIV века.

Знаменитый народный художественный промысел городецкой росписи известен не только в России, но и во многих странах мира.

История городецкой росписи

Роспись, которая ныне называется городецкой, родилась в Поволжье, в деревнях, расположенных на берегах чистой и светлой речки Узоры. В селениях Косково, Курцево, Хлебаиха, Репино, Савино, Боярское и др. В XVIII в. возникает центр производства пряильных донец и игрушек. Свои изделия крестьяне отвозили продавать на ярмарку в село Городец. Поэтому роспись, выполненная на этих изделиях, получила название Городецкая. Толковый словарь русского языка В.И. Даля объясняет, что слово "донце" означает "дощечку, на которую садится у нас пряжа, втыкая в нее гребень". Окончив работу, она вынимала гребень, а донце вешала на стену, и оно украшало избу. Поэтому народные умельцы уделяли особое внимание украшению досок резьбой и росписью. Прялка была верной спутницей на протяжении всей жизни крестьянки. Часто служила подарком: жених дарил ее невесте, отец — дочери, муж — жене. Поэтому донце выбиралось нарядное, красочное, всем на радость и удивление. Прялка передавалась по наследству, ее берегли и хранили. Для украшения досок мастера пользовались своеобразной техникой — инкрустацией, очень редко встречающейся в народном искусстве. Фигуры вырезали из дерева другой породы и вставляли в соответствующие по форме углубления. Эти вставки, сделанные из темного мореного дуба, рельефно выделялись на светлой поверхности донца. Располагая древесиной двух оттенков и пользуясь самым простым инструментом, народные умельцы превращали донце в произведение искусства.

В дальнейшем мастера стали применять еще и подкраску донец. Яркое сочетание желтого фона с темным дубом, добавление синего, зеленого, красного цветов делало его нарядным и красочным.

Со второй половины XIX в. сложная и трудоемкая техника инкрустации заменилась скобчатой резьбой с подкраской, а затем стала преобладать живописная манера украшения. Сюжетами старинной Городецкой росписи были изображения птиц, цветов, всадников на конях, барышень и кавалеров, сцен из народной жизни.

В наши дни традиции старых мастеров стремятся возродить и обогатить народные умельцы, работающие на фабрике художественных изделий "Городецкая роспись" в г. Горodце. Среди них есть лауреаты премии им. И.Е. Репина. Это Л.Ф. Беспалова, Ф.Н. Касатова, А.Е. Коновалов, Л.А. Кубаткина, Т.М. Рукина, А.В. Соколова.

Секреты городецких мастеров

Инструменты и материалы. Для росписи желательно иметь три кисти: беличью художественную (№ 2 или № 3), колонковую художественную (№ 1 или № 2) и флейц (№ 2 или № 3). Флейц — это плоская кисточка из мягкого волоса, которая используется для подмалёвок и наведения рамок.

В наше время городецкие художники расписывают изделия масляными и темперными красками. Школьникам лучше использовать для этого гуашь, так как Городецкая роспись многослойная, а гуашевые краски быстро сохнут и их можно накладывать одну на другую. Учиться рисовать надо на плотной белой бумаге.

Лучше всего иметь набор гуаши из 12 цветов, из которых потребуется восемь: черная, белая, алая, крапlak красный (вишневая), кобальт синий светлый (ярко-голубая), желтая, окись хрома и красная железистоокисная. Необходима также еще одна краска — киноварь (ярко-красная), но в наборе ее не бывает.

Чтобы получить цветовую гамму Городецкой росписи, необходимо смешать краски. Кроме тех, которые есть в наборе гуаши, нужно получить четыре новых краски: светло-голубую, светло-розовую, охру светлую и городецкую зеленую.

Чтобы получить светло-голубую, в белую краску (белила цинковые) добавляют немного кобальта синего светлого (ярко-голубая краска). Светло-розовую получают, смешивая белую краску с киноварью или белую — с алой. Для светлой охры берут желтую светлую и немного красной железистоокисной. Городецкая зеленая краска получается при смешивании желтой гуаши, окиси хрома (темно-зеленой краски) и красной железистоокисной. В результате должна получиться краска тепло-зеленого болотного оттенка. Все полученные краски должны быть сметанообразными.

Для смешивания новых красок берут чистые баночки из-под гуаши. Чтобы краски не пересыхали, надо по мере необходимости подливать в них немного воды.

Элементы, сюжеты и приемы городецкой росписи

В начале обучения очень важно научиться правильно держать кисть. Она должна находиться в строго вертикальном положении относительно работы. Локоть фиксируется, а кисть руки полностью свободна для выполнения неразрывных пластичных мазков, как на гладких плоскостях, так и на сферических или цилиндрических поверхностях. В процессе работы можно опираться на оттопыренный мизинец, слегка касаясь им изделия. В росписи по дереву значительное место занимает орнамент. Орнамент — это живописное, графическое или скульптурное украшение из сочетания геометрических, растительных или животных элементов. Основные элементы Городецкой росписи — это круги, скобки, точки, капли, дуги, штрихи, спирали. Важно понять разницу между понятиями "узор" и "орнамент". Узор — это рисунок, являющийся сочетанием линий, красок, теней. Они же, приведенные в определенную систему, ритмически упорядоченные, будут составлять орнамент. Осваивая роспись живописного типа, к которой относится и Городецкая, надо помнить, что ее выполняют без предварительного нанесения контура рисунка. Городецкая роспись выполняется в три этапа. Первый — подмалёвка, т.е. круговое движение кистью, нанесение одного цветового пятна. Подмалёвка выполняется широкой плоской кистью — флейц или беличья № 3. Главное при этом — научиться брать нужное количество краски на кисть. Если краски окажется мало, то

подмалевка получится бледной, невыразительной; если много — то при высыхании краска начнет отслаиваться. Второй этап — тенька (или оттенок), т.е. нанесение скобки. Чтобы правильно нарисовать скобку, вначале надо лишь слегка прикоснуться к бумаге кончиком кисти и провести тонкую линию; к середине сильно нажать на кисть, а завершить скобку опять тонкой линией. Следить за тем, чтобы кисть была перпендикулярна листу бумаги. Третий этап — оживка (или разживка), т.е. тонкая разделка орнаментальных форм белилами. Оживки всегда наносят на однотонные силуэты, что придает им некоторую объемность. Осваивать Городецкую роспись начинают с написания цветов, которые изображают в основном в круге. Городецкие цветы отличаются разнообразием по цвету и форме. Цветы в городецкой росписи — символ здоровья и процветания. Бутоны — разновидность городецких цветов. Вначале наносят основное цветное пятно (подмалевку) круговым движением кистью. Затем приступают к детальной разработке орнамента (теньке). Выполняют ее черным цветом, бордовым или крапlak красным. Разработку бутона движение кистью, нанесение одного цветного пятна.

От того, как расположены скобки, зависит форма бутона. У него может быть одна или несколько скобок. Если скобок много, начинать рисовать надо с самой маленькой, постепенно увеличивая их в размерах и приближая к краю подмалевки. Необходимо помнить, что бутоны всегда по размеру небольшие. В конце белилами наносят оживки. Купавка (рис. 8) — самый распространенный цветок в городецком орнаменте. Подмалевка у нее по размеру больше, чем у бутона. Расписывать начинают с маленького кружочка по ее краю, затем делают скобку внутри круга. По краю подмалевки рисуют скобки, по форме такие же, как и скобка внутри подмалевки, только меньшего размера. Скобки по ее краю рисуют, начиная с центра, постепенно уменьшая их в размерах до сердцевинки. Завершающий этап росписи — оживка выполняется, как правило, белилами. Нанесение оживки требует очень аккуратного и точного исполнения, поэтому ее надо делать уверенным мазком тонкой кистью. Розан отражает главные признаки цветка, т.е. имеет лепестки и ярко выраженный центр. Силуэт в форме круга. По размеру может быть больше купавки. Центр цветка рисуют в середине. Розан в росписи Городца окружен скобками — лепестками одного размера, цвет которых совпадает с цветом середины. Техника росписи скобок та же, что и у купавки. Варианты разработок оживкой настолько многообразны, что трудно назвать даже самые распространенные. Городецкие художники применяют точки, скобки, капли, спирали. Ромашка цветок не сложный по технике исполнения. Кончиком кисти слегка прикоснуться к поверхности бумаги, оставляя на ней тонкий след. Затем, не отрываясь от бумаги, кисть быстро приложить и поднять. В результате получится мазок-капля — тонкий в начале и широкий на конце. Как и у розана, у него есть сердцевина, только вокруг нее рисуют лепестки-капли. Роза самый сложный цветок. Роспись начинают с подмалевки — основного объема цветка-круга, к нему пририсовывают внизу центральный округлый лепесток, за ним по кругу располагают лепестки помельче до самой сердцевинки, занимающей центр верхней части цветка.

Семеновская роспись

С давних времен в России была широко известна семеновская деревянная ложка с особым типом росписи. Именно на основе традиции ложечной росписи в 1930-е годы возникло производство семеновской токарной матрешки. В настоящее время ее выпускает фабрика «Семеновская роспись», созданная в 1970 году на базе фабрики «Сувенир».

Расписная многоместная матрешка, иногда состоящая из 15-18 кукол, стала символом русского народного искусства. Роспись матрешки выполняется анилиновыми красителями. Художники располагают цветы по всей поверхности изделия, добиваясь законченной композиции. Характерная деталь росписи — букетик цветов в руках у матрешки.

Фабрика изготавливает также сувенирные игрушки, берестяные и инкрустированные соломкой изделия, подставки, бочата, кадочки, ковши, бураки.

Семеновская игрушка — один из наиболее известных русских сувениров. Изделия промысла неоднократно экспонировались на отечественных и зарубежных выставках, широко представлены во многих ведущих музеях страны.

Одним из символов России является традиционная русская матрешка - яркая нарядная красавица с розовыми щечками и алыми розами на фартучке. Древний народный промысел изготовления деревянной игрушки с росписью зародился на талантливой Нижегородской земле в начале XX века. Постепенно, на смену мастерам-кустарям, точившим и расписывавшим на дому матрешку и игрушки, в 20-50-ые годы прошлого века пришли артели промысловой кооперации. Позднее артели объединились в крупное промышленное предприятие, оснащенное техникой. Тогда начала осваиваться точка крупных уникальных матрешек и производство в промышленных масштабах.

Сегодня, основанная в 1932 году ООО «Торговый дом семеновская роспись» - одна из старейших фабрик России по производству детской игрушки, сувениров, традиционной русской матрешки. Матрешка неизменно вызывает интерес у взрослых и восторг у детей. Она стала традиционным русским сувениром. Предприятие также возрождает забытый промысел резьбы по дереву, поддерживает производство неповторимых изделий, инкрустированных золотой соломкой.

Художники фабрики создают новые образцы, новые виды изделий, как в традиционном стиле, так и авторские образцы изделий, окрашенных гуашью и темперными красками. Фабрика успешно работает с многочисленными партнерами как ближнего, так и дальнего зарубежья. Ассортимент продукции насчитывает более 150-ти наименований. Это - матрешки от 3- до 20-кукольной игрушки, а по заказу и больше сувенирные изделия с объемной резьбой, изделия, инкрустированные соломкой, сувенирные штофы различной формы и многое другое. Фабрика изготавливает по желанию заказчика и по его дизайну нетрадиционные изделия и сувениры с элементами рекламы предприятий и продукции. На предприятии есть музейно-выставочный зал, проводятся мастер - классы по росписи матрешек.

Художественные промыслы и их сущность

Современные художественные промыслы развиваются на основе традиций декоративно-прикладного искусства. Поэтому, чтобы понять природу и сущность такого явления, как народные художественные промыслы, необходимо уяснить, что такое народное искусство. Народным называют искусство широких масс. Главной, определяющей чертой народного искусства является коллективный характер. Это прежде всего проявляется в преемственности многовековых традиций. Народные мастера на протяжении веков использовали секреты мастерства, орнаментику, художественные образы, сюжеты, передаваемые им родителями, односельчанами. Старые мастера обучали молодежь искусству, как вырезать ложку, расписывать прялку, ткать узорные полотна, шить одежду, плести кружево. Из поколения в поколение сохранялись традиции художественного творчества. За каждым народным мастером стоит, таким образом, коллективный опыт многих поколений людей, которые являются как бы соавторами в изготовлении того или иного предмета.

Коллективный характер народного искусства выражается также в тесной связи народного исполнителя с окружающими его людьми. Народный мастер создает вещи, нужные, близкие и понятные тем, кто живет в таких же условиях, как и он. Отражая коллективное мировоззрение, произведения народного искусства в то же время обязательно несут на себе отпечаток личности мастера. Не выходя из рамок традиций, мастер творчески относится к своей работе: он не создает точной копии с уже готового изделия, а хоть в чем-то видоизменяет его. Эта вариантность в работе мастера - одна из характерных черт народных художественных промыслов.

Научить мастерству может только тот, кто сам владеет им в совершенстве. С этой точки зрения народные промыслы всегда профессиональны, так как народный мастер должен знать традиционные приемы изготовления изделий и отлично владеть ими. Так, в народном искусстве коллективное и индивидуальное начала находятся в нерасторжимом диалектическом единстве, дополняя и обогащая друг друга.

Действительно, народные художественные промыслы, признаваемые сегодня в качестве прямого наследника традиционного народного искусства, имеют с ним много общего. Правда, с точки зрения своих утилитарных и духовных задач традиционное народное искусство было явлением значительно более широким, играло в жизни общества несравненно большую роль. С

другой стороны, его воздействие ограничивалось тем коллективом, в котором оно функционировало. Культуротворческое значение современных художественных промыслов давно переросло за рамки регионального масштаба.

Современные художественные промыслы - это собственно художественные производства, в отличие от народного искусства прошлого. Уже само их название, заменившее ранее признанное - «кустарные промыслы», характеризует их направленность на первоочередное решение художественных задач. Такое доминирование художественной функции в немалой степени является следствием развития нашей культуры, ответом на проблемы современной предметной среды. Разумеется, оно не соответствует синкретической природе традиционной культуры прошлого, отражая те большие изменения, которые произошли в нашем обществе.

В то же время художественные промыслы не являются просто одним из компонентов профессионального искусства и примыкающей к нему художественной промышленности. В них следует видеть народные художественные производства, в которых должны быть максимально закреплены, органично развиваться основные традиции народного изобразительного искусства.

Положение художественных промыслов РФ закреплено Федеральным законом РФ № 7 «О народных художественных промыслах» от 6 января 1999 года. В статье третьей рассматриваются основные понятия, используемые для целей данного закона. Там же дается определение непосредственно художественных промыслов:

«Народный художественный промысел - одна из форм народного творчества, деятельность по созданию художественных изделий утилитарного и (или) декоративного назначения, осуществляемая на основе коллективного освоения и преемственного развития традиций народного искусства в определенной местности в процессе творческого ручного и (или) механизированного труда мастеров народных художественных промыслов».

Под изделием народного художественного промысла понимается «... художественное изделие утилитарного и (или) декоративного назначения, изготовленное в соответствии с традициями данного промысла».

Не стоит также забывать и об изготовителях данных изделий, так как ни в одной другой отрасли промышленности не играет такой значительной роли индивидуальный труд мастера: «Мастер народного художественного промысла - физическое лицо, которое изготавливает изделия определенного народного художественного промысла в соответствии с его традициями».

Таким образом, Федеральным законом устанавливается статус народных художественных промыслов. Но, несмотря на то, что им отведена роль одной из форм народного творчества, не стоит забывать, что они также являются и производством.

Эта новая перспективная форма производства позволяет приобщить рядовых мастеров-исполнителей к активной творческой деятельности, полнее использовать их таланты и способности, сочетать производственное тиражирование изделий с варьированием и последовательной отработкой исходного образца или орнаментального мотива, сохранить в серийном повторе проявления индивидуального исполнительного мастерства.



ФГБОУ ВО

УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Ю.А. ПОЛЕНОВ, В.Н. ОГОРОДНИКОВ

ХУДОЖЕСТВЕННАЯ ОБРАБОТКА

КАМНЕСАМОЦВЕТНОГО СЫРЬЯ

Часть 4

Технология изготовления камнерезных изделий

Методическое пособие по самостоятельной работе

для студентов направления

29.03.04 Технология художественной обработки материалов

Екатеринбург, 2020

ВВЕДЕНИЕ

Камень - прекрасный материал для прикладного искусства, незаменимый для ваятеля и зодчего. Товары из цветного камня всегда пользовались и пользуются популярностью и высоким спросом.

Изделия из цветного камня очень разнообразны по ассортименту, назначению, формам, размерам и способам обработки. Среди них можно встретить и мелкие вставки для ювелирных украшений, и крупные мозаичные произведения искусства, простейшие кабошоны и тончайшую резьбу камей и инталий, утилитарные предметы бытового назначения и величественные архитектурно-декоративные произведения.

Производство с использованием цветного камня относится к декоративно-прикладному искусству. По особенностям технологических процессов оно подразделяется на ювелирное, декоративно-камнерезное, монументально-декоративное.

В настоящем учебном пособии дается краткое описание разновидностей декоративно-камнерезных изделий и детально рассматриваются обязательные операции технологического процесса по их производству. В заключительной главе даны конкретные примеры изготовления типовых моделей.

Глава 1.

РАЗНОВИДНОСТИ ДЕКОРАТИВНО-КАМНЕРЕЗНЫХ ИЗДЕЛИЙ

К декоративно-камнерезным изделиям следует относить изделия из камнесамоцветного сырья, исключая ювелирные камни I класса, при изготовлении которых не используются драгоценные металлы.

По назначению такие изделия так же, как и ювелирные, можно разделить на наличные украшения, предметы для украшения интерьеров, оформление часов, курительные принадлежности, предметы различного назначения – сувениры. Ассортимент изделий безграничен.

Декоративно-камнерезные изделия в отличие от ювелирных следует относить к разряду галантерейных товаров. Их основную часть составляют личные украшения или бижутерия (из недорогих камней и металлов). Галантерея - торговое название предметов туалета и личного обихода. Сказанное выше следует делать из экономических соображений, поскольку ювелирные изделия стоят значительно дороже, облагаются повышенными налогами и их изготовление и продажа оговариваются особыми условиями, при которых изделия из недорогих металлов экономически не рентабельны.

Декоративно-камнерезные изделия можно классифицировать по видам и характеру обработки:

- изделия, имеющие форму тел вращения, - различные вазы, бокалы, круглые коробочки, подсвечники, чаши и др.;
- изделия сложных форм - многогранные пепельницы, письменные приборы, изделия со сферическими вогнутыми поверхностями и др.;
- мозаичные изделия;
- геммы - изделия с художественной резьбой.

В настоящее время промышленность выпускает шкатулки и коробочки с металлическим декором, вазы с резьбой, с металлом и без металла из розового орлеца, голубого лазурита, орской и калканской яшмы, нефрита и других цветных камней. Традиционным является изготовление литотек различных размеров для любителей камня и учащихся. Шкатулки и коробочки имеют разное назначение, форму и размеры. Их можно использовать для хранения ювелирных изделий, предметов косметики и туалета или как

декоративное украшение интерьера. Они могут изготавливаться только из камня или в сочетании с металлом (благородным или цветным). На крышке туалетных коробочек и шкатулок из цветного металла возможно присутствие рельефных изображений - объемной мозаики в виде цветов, виноградных гроздей, ягод или листьев. Традиционные из них с флорентийской мозаикой. Специальные круглые коробочки - пудреницы - предназначены для ношения в женских сумках или для туалетных столиков. Их обычно изготавливают в сочетании с металлом. Нижняя часть - корпус - выполняется из металла, а камень монтируется в верхней части крышки.

Интересным декоративным украшением для письменного стола в учреждениях и в домашних интерьерах являются письменные приборы. Они могут быть двухпредметными и многопредметными, в которые входят ручки и чернильницы или подставки для авторучек, стакан для карандашей, держатель бумаги, подсвечники или настольная лампа. Все предметы, если они задуманы в ансамбле, должны выполняться в едином художественном стиле.

Для хранения сигарет изготавливают металлические портсигары, крышки которых могут быть оформлены пластиной из цветного камня, или сигаретницы, полностью выполненные из цветного камня.

Пепельницы различных форм и размеров из разных пород камня, кроме своего прямого назначения, являются красивым декоративным украшением.

Ассортимент декоративно-художественных изделий для украшения комнат, домашних интерьеров или общественных учреждений безграничен. К ним относятся вазы, чаши, скульптуры малых форм, изделия малой пластики, настенные панно, подсвечники, подчасники, декоративные тарелки, настенные бра из цветного камня, декорированные бронзой или другими цветными сплавами, мозаичные столешницы и многое другое.

Перечислить все художественные изделия из цветного камня, изготавливаемые промышленностью, невозможно. К ним относится и сувенир - памятный подарок о городе, о стране, о событии. Роль их чрезвычайно возросла в связи с развитием международного туризма. Очень важно, чтобы сувенир, приобретенный (купленный или подаренный), например, в Екатеринбурге, отличался от сувениров других городов, так же, как значки, которые всегда пользуются большим спросом. Маленький значок, кроме того, что должен быть красив, должен нести в себе определенную информацию.

Искусство резьбы по камню часто называют глиптикой. Это один из самых древних видов художественной обработки самоцветных и цветных камней. Резные камни называют геммами.

Камень с углубленно вырезанными изображениями называется инталией, с выпукло-рельефным изображением - камеей.

Исторически инталии предшествовали камеям. Они служили печатями, оттиски которых делались на глине, воске, позже на сургуче.

Резьба широко применяется при изготовлении и других изделий, придавая им особую выразительность и красоту, а в таких видах изделий, как объемная мозаика, малая пластика, скульптура малых форм, резьба является необходимым элементом, необходимой технологической операцией. Поэтому техникой резьбы по камню должен владеть любой высококвалифицированный рабочий.

Мозаика относится к одному из основных видов монументально-декоративного искусства.

Мозаика (от французского *mosaïque*, итальянского *mosaico* или латинского *musinum* буквально: «посвященное музам») - изображение, рисунок или узор, выполненные из однородных или различных по материалу частиц. Мозаика широко применяется для произведений декоративно-прикладного искусства, реже - для создания станковых картин. Особым видом является каменная мозаика.

Мозаичные узоры, натюрморты, пейзажи набирают из камней и смальты. Иногда в мозаичных наборах сочетают цветные камни и смальту. Смальта - это цветное

непрозрачное (глушеное) стекло. Различают прозрачную (стекло, окрашенное огнеупорными красителями) и глухую смальту (опаловую), получаемую введением в стеклянную массу веществ, заглушающих прозрачность, - двуокиси олова, окиси сурьмы и др.

В зависимости от техники исполнения и художественных особенностей мозаика имеет много разновидностей. Различают мозаики из камня: флорентийскую, римскую и русскую. Сами названия говорят об их происхождении, но они отличаются и по технике изготовления.

Флорентийская мозаика - это создание художественного изображения из сочетания различных пород цветного камня разнообразных цветов, оттенков и геометрических форм. Флорентийской она называется потому, что мастера Флоренции первыми стали применять естественный, природный рисунок камней для получения готовых картин. Первым материалом был плиточный мрамор, так называемый «руинный», но позже стали применять в основном цветной камень твердых пород, пластинки которого тщательно подогнаны друг к другу без видимого невооруженным глазом «шва» (место стыковки пластин). Каменные пластинки могут быть любой геометрической формы, но должны быть расположены в одной плоскости. Художественный эффект флорентийской мозаики основан на идеальном подборе оттенков камней с использованием их естественного рисунка.

Римская мозаика. Она набирается из сравнительно мелких кусков цветных смальт или камней.

Во флорентийской мозаике формы и размеры отдельных элементов определяет мастер-исполнитель для каждой конкретной картины, но границы между ними (швы) не должны быть видны. Готовое произведение искусства - пейзаж, орнамент и т.п. - воспринимают как единое целое. В римской же мозаике могут быть видны геометрические формы пластин из цветного камня и смальты. Допускается расположение элементов мозаики на некотором расстоянии друг от друга (видимые швы). Это не снижает декоративного эффекта, но требует от исполнителя прекрасного владения обширной палитрой смальты или цветных камней.

Русская мозаика. Ее отличительной чертой является в первую очередь создание объемных произведений искусства и изделий декоративных, прикладного характера. Она набирается из различных криволинейных (объемных) плоскостей или изготавливается в виде объемных изделий.

Классическими произведениями русской мозаики являются четыре колонны из яшмы в Государственном Эрмитаже. Примером русской мозаики является чаша-ваза из яшмы, установленная перед входом в Дворцовую церковь. Трудно представить себе, что она изготовлена не из монолита яшмы, а из ее пластинок, тщательно подобранных по рисунку. Темно-зеленые и коричневые полосы расположены на колоннах горизонтально. Внутри овальной чаши-вазы по криволинейной поверхности - концентрические круги.

Наряду с крупными декоративными изделиями - вазами, чашами, колоннами - уже в середине XVIII в. получили распространение мелкие бытовые предметы: чарки, шкатулки, табакерки и даже пуговицы.

К русской мозаике относится и объемная малая трехмерная скульптура из разных цветных камней. Она предусматривает создание цельного произведения с разнообразными пластически осязаемыми эффектами. Такие изделия не облицовываются пластинками.

Все изделия из цветного камня делятся на декоративно-камнерезные и технического назначения. К первым относятся все подарочные, сувенирные и утилитарные изделия, а также высокохудожественные индивидуальные произведения специального назначения и для выставок.

Ко вторым принадлежат ступки с пестиками, чаши, шары для шаровых мельниц, призмы, подпятники.

Глава 2.

ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ ОПЕРАЦИИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КАМНЕРЕЗНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Производственный процесс изготовления декоративно-камнерезных изделий распадается на ряд самостоятельных операций. Из них существует несколько обязательных для производства любого камнерезного изделия, причем в строгой последовательности: распиловка - обдирка - доводка -полирование и некоторые специальные. Описание операций дается по Дж.Синкенкесу (Руководство по обработке драгоценных и поделочных камней/Пер. с англ. - М.: Мир, 1989).

2.1. Распиловка

Как нераспиленное дерево непригодно для работы столяра, так и каменное сырье в большинстве случаев непригодно для непосредственной обработки, если оно предварительно не разрезано на достаточно мелкие куски. Поэтому для подготовки сырья к обработке любители камня используют несколько типов алмазных пил, крепя их в соответствующем станке, конструкция которого зависит от размеров разрезаемых камней и конкретной цели распиловки. Самые большие пилы применяются для распиловки камня на пластины или блоки, пилы меньшего размера - для распиловки на пластины и подрезки и самые малые пилы - для распиловки ценного материала, чтобы свести к минимуму отходы.

До появления алмазных пил для резки камня чаще всего использовались абразивные порошки, например, наждак или карбид кремния, которыми «заряжали» стальные диски или полотна. Такие абразивы нельзя было непосредственно прикрепить к диску и нужно было подавать к периферии диска в виде жидкой суспензии или шлама. Когда диск из мягкой стали вращался, частицы абразива захватывались им и царапали камень, вышлифовывая постепенно канавку, которая была несколько шире толщины диска. Этот процесс, называемый распиловкой с использованием свободного абразива, теперь редко применяется, но используется при некоторых специальных операциях.

Алмазный порошок для пил

Использование абразивного порошка известно с давних времен. Алмаз применялся как абразивный материал задолго до того, как был найден способ полировки этого самого твердого материала. В настоящее время большинство камнерезных пил, применяемых любителями, содержат алмазный порошок. При распиловке крупных блоков, идущих на каменную кладку или изготовление памятников, до сих пор используют большие пилы со свободным абразивом, хотя многие уже переходят на алмазные, поскольку с их помощью работа выполняется значительно быстрее.

Наиболее пригодны для абразивных целей загрязненные разновидности алмаза, известные под названием борт, или карбонадо. Они более вязкие и поэтому дольше служат. Измельченный и рассортированный по размерам, алмазный порошок продается на караты и может применяться для различных целей - от обдирки до полировки. Порошок синтетического алмаза в такой же мере пригоден для всех операций обработки камня, как и порошок природного алмаза.

Существуют два способа обозначения размера частиц порошка: в единицах меш и в микронметрах (табл.1).

Таблица 1

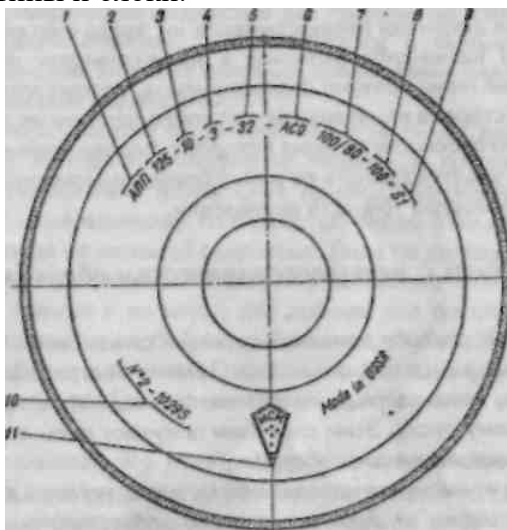
Обозначение зернистости порошков из синтетических алмазов

Наименование группы	Обозначение номера зернистости			Основная фракция зерен в мк, От-до
	Алмазный порошок	По ГОСТ 3647-59 в 0,01 мм	В дюймовой системе в мешах	
Шлифзерно	АС50	50	36	630-500
	АС40	40	46	500-400
	АС32	32	54	400-315
	АС20	20	70	250-200
	АС16	16	80	200-160
	АС12	12	100	160-125
	АС10	10	120	125-100
	АС8	8	150	100-80
Шлифпорошки	АС6	6	180	80-63
	АС5	5	230	63-50
	АС4	4	280	50-40
	АСМ40	М40	М40	40-28
	АСМ28	М28	М28	28-20
	АСМ20	М20	М20	20-14
Микропорошки	АСМ14	М14	М14	14-10
	АСМ10	М10	М10	10-7
	АСМ7	М7	М7	7-5
	АСМ5	М5	М5	5-3
	АСМ3	-	-	3-1
	АСМ1	-	-	Мельче 1

Обозначение номеров зернистости для алмазных порошков из синтетических алмазов принято по аналогии с ГОСТ для природных алмазов, при этом для синтетических введена дополнительно литера С.

Алмазные пилы

Алмазные пилы отличаются от пил с использованием свободных абразивов одним важным моментом: абразив в них включен непосредственно в стальной диск. Существуют несколько способов закрепления алмаза, и в зависимости от примененного способа алмазная пила получает то или иное название (рис.1). Сам диск обычно делают из мягкой стали, но есть диски (небольших размеров) из бронзы или меди. Пилы диаметром до 100 мм применяются для резки ценных материалов, диаметром 200 мм - для подрезки, более крупные (до нескольких десятков сантиметров) - для распиловки камня на пластины и блоки.



1 - тип инструмента; 2 - наружный диаметр; 3 - ширина алмазоносного слоя; 4 - толщина алмазоносного слоя; 5 - диаметр посадочного отверстия; 6 - марка алмаза; 7 - зернистость алмазного порошка; 8 - концентрация алмазов; 9 - обозначение связки; 10 - номер инструмента; 11 - товарный знак.

Рис. 1. Маркировка алмазного круга:

Пилы с надрезами по краю

Для большинства работ обычно применяются пилы с дисками из мягкой стали. Они весьма разнообразны по диаметру и толщине, по концентрации алмазного порошка и, кроме того, наиболее дешевые. Способ закрепления алмаза на этих пилах состоит в следующем. По всей периферии диска делают надрезы и заполняют их металлическим порошком с равномерно распределенными в нем алмазными частицами. Край обкатывают, чтобы закрыть надрезы и сделать его более толстым по сравнению с остальной частью диска. После этого диск нагревают, чтобы расплавить металлический порошок, окружающий алмазные частицы, и сразу пилу подвергают правке.

Надрезы на пилах такого типа делают перпендикулярными или наклонно к краю диска. Первые одинаково хорошо работают независимо от направления движения, но часть пил второго типа следует вращать только в направлении, указанном изготовителем. Тем не менее многие любители переворачивают их, когда считают нужным, и не замечают каких-либо различий в эффективности их работы. В любом случае пилы полезно переворачивать, потому что при эксплуатации одна сторона ее изнашивается скорее, чем другая, что приводит к отклонению плоскости резания в сторону. Переворачивая пилу время от времени, удастся сделать ее износ более равномерным, сохраняя тем самым большую точность распиловки.

Пилы с металлокерамическим ободком

По другому способу алмазный порошок смешивают с металлическим и прессуют в виде тонкого кольца. Затем его нагревают до высокой температуры, пока частицы не сплавятся воедино, и припаивают к металлическому диску. Этим способом получают пилы с так называемым металлокерамическим ободком.

Широкое применение находят оба типа пил, но первый предпочтительнее, поскольку он дешевле и менее подвержен повреждениям. Однако пилы с металлокерамическим ободком работают ровнее, при аккуратной эксплуатации долго служат и имеют несомненные преимущества перед пилами с надрезами при выполнении некоторых операций. Также они могут работать в любом направлении, хотя время от времени их следует переворачивать по указанным выше причинам.

Принцип действия всех алмазных пил одинаков. Камень, которого касается пила, соскабливает с нее металл до тех пор, пока на ее поверхности не появятся частицы алмаза. В этот момент пила начинает резать. По мере «высвобождения» все большего числа зерен алмаза эффективность работы пилы повышается. Этот процесс получил название «вскрытие пилы».

Распиловочный станок

Камнерезная пила принципиально ничем не отличается от циркулярной для дерева, и в обеих конструкциях можно видеть почти одни и те же приспособления. Основными ее деталями являются: стальной вал, или шпиндель, на который крепится диск, шкив и клиновидный ремень, соединяющий вал с двигателем (обычно с электромотором), а также платформа или суппорт, куда помещают распиливаемый материал. К камнерезным пилам необходимо дополнительно иметь емкость с охлаждающей жидкостью для погружения в нее диска при вращении. Таким образом, пилу охлаждают и вымывают из нее каменную пыль. Как видно из описания, камнерезная пила является, в сущности, простым механизмом.

Хотя принцип работы ее тот же, что и пилы по дереву, важно помнить, что минералы значительно тверже, и поэтому для них требуются специальные технические приемы. Исправная алмазная пила режет мягкие минералы со скоростью около 5 мм/мин,

а более твердые и вязкие - с меньшей скоростью. Пила по дереву проходит те же расстояния за секунды. Поскольку алмазные отрезные диски значительно тоньше и во много раз дороже пил по дереву, с ними следует обращаться с особой осторожностью, чтобы избежать заклинивания, изгибания и поломки. Отсюда понятно, почему предъявляются столь высокие требования к точности изготовления камнерезных пил.

Опыт показывает, что если размер камня превышает 50-70 мм, держать его в руках при распиловке нецелесообразно, однако сырье редко имеет плоскую площадку и не может быть устойчиво установлено на столике пилы. По этой причине следует применять различные зажимы, чтобы они прочно удерживали камень и исключали его поворачивание или вихляние. Зажим крепится к суппорту, скользящему вдоль направляющих к отрезному диску. Камень подается медленно и осторожно, чтобы обеспечить только самый легкий контакт с диском.

Таким образом, основными узлами камнерезной пилы являются: шпиндель, на котором крепится отрезной диск; приводное устройство для вращения диска; суппорт с зажимом для камня; емкость для содержания охлаждающей жидкости и станина.

Закрепление камня в зажимах

Большинство камней, таких, как агаты и яшма, попадают к любителю в виде округлых образований или массивных кусков, которые закреплять в станке нужно очень внимательно, чтобы они не сдвинулись или не повернулись при распиловке.

Если камень сдвигается в зажимном устройстве, то отрезные диски выходят из строя из-за перегрева в результате торможения, изгибания или разрушения алмазосодержащего слоя (рис. 2). При закреплении камней округлой формы существенную помощь оказывают небольшие деревянные клинья, которыми окружают камень, чтобы получить дополнительные точки его фиксации. Никогда не жалейте ни времени, ни усилий для лучшего закрепления камня. Зажав образец, попытайтесь вручную сдвинуть его. Если вам это удастся, значит, он недостаточно хорошо зажат, и его следует переставить по-иному.

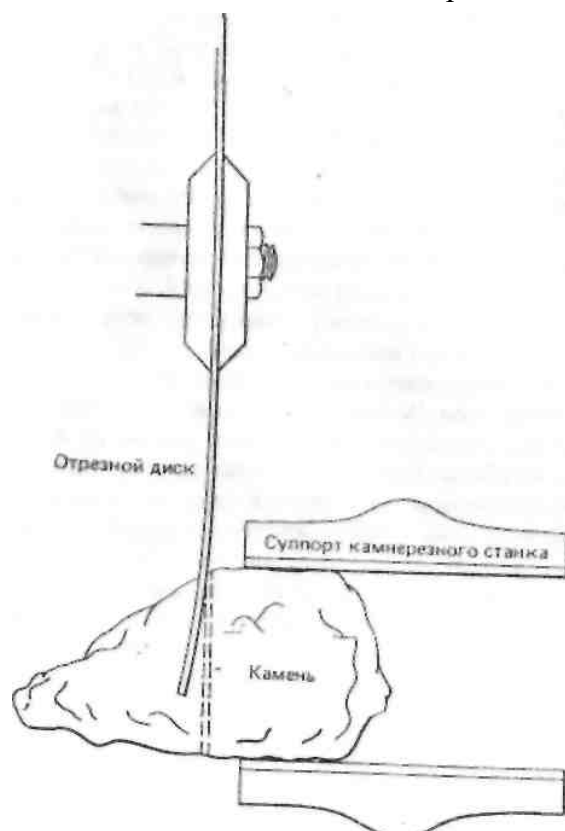


Рис. 2. Изгиб отрезного диска в виде тарелки.
Двойной штриховой линией показан пропил, который необходимо было сделать.

Решите для себя, что вы хотите сделать с камнем. Если собираетесь разрезать на пластинки, то зажмите его так, чтобы он был выдвинут из зажима на достаточно большое расстояние, позволяющее пропилить его несколько раз без перестановки, так как трудно расположить еще раз плоскость камня параллельно плоскости отрезного диска. Лучше всего делать как можно больше резов при одной установке камня. Это само собой обеспечивает получение пластин с параллельными сторонами. Образцы неправильной формы, или длинные и узкие, часто требуют предварительной подрезки, прежде чем их удастся закрепить надежно в зажиме. Каждый кусок камня перед распиловкой следует внимательно осмотреть, чтобы выбрать наилучшее направление разреза. Потраченное на это время окупится результатами, если направление действительно будет выбрано удачно.

Подача камня

Все, что теперь осталось, - это подать камень к отрезному диску, чтобы завершить операцию распиловки. Если ваш станок с механической подачей, то продвиньте суппорт вперед до такого положения, чтобы камень почти касался отрезного диска, затем установите низкую скорость подачи, опустите кожух и включите мотор. Вскоре вы услышите звенящий металлический звук - это алмазная пила вошла в камень. Продолжайте еще какое-то время распиловку, затем выключите двигатель и посмотрите, как идет резка. Проверьте параллельность реза плоскости диска, чтобы убедиться, что диск о камень не трется или камень не сдвинут с места. Если все окажется в порядке, снова включите мотор и продолжайте распиловку. Если поперечное сечение невелико, скорость подачи можно увеличить, если же оно большое, то лучше продолжать работу в том же режиме.

Начинать работу надо с низкой скорости подачи, потому что большинство камней имеет острые выступы, которые при высокой скорости подачи могут стать причиной серьезных повреждений отрезного диска. Эта опасность в особенности реальна для станков, в которых подача осуществляется за счет массы груза. Большинство специалистов в начале распиловки только подталкивают камень к диску пальцами или небольшой палочкой (без груза). Пила при этом проходит неровные места за 1-2 мин, после чего уже добавляется масса груза, пропорциональная размеру камня. Избегайте начинать распиловку на скошенном краю. На такой поверхности диск медленно сдвигается в сторону, и, если распиловку не прекратить, он заклинит и примет форму тарелки. В этом состоит еще одна причина, почему на начальном этапе распиловки необходимо применять самые низкие скорости подачи: при таких скоростях диск прорежет в камне небольшую прямоугольную площадку, которую затем можно будет аккуратно углубить. Это очень важное условие. На рис.2 схематически показано, каким образом при распиловке скошенной поверхности возникает деформация диска. Если последний примет форму тарелки, то, пока его не выправишь, им редко можно распилить камень так, как требуется.

Окончание распиловки

При завершении операции распиловки снова важно избегать излишнего давления на диск. В момент отделения от камня пластина обычно имеет неприятную «привычку» обламываться, оставляя острый выступ, который может серьезно повредить диск или придать ему форму тарелки. Многие профессионалы останавливают пилу, не доводя распиловку до конца, и отламывают пластину руками. При использовании механической подачи такой прием не обязателен, но в общем он не мешает.

«Засаливание» пилы

Некоторые минералы засоряют, или, как принято говорить, «засаливают», отрезные диски, что существенно замедляет процесс распиловки. Среди них - нефрит, малахит, жадеит и везувиан. Иногда минерал налипает на диск, и, вместо того, чтобы резать камень, диск его просто полирует в глубине разреза. Скорость распиловки при этом снижается, а диск перегревается и деформируется или же заклинивается. Во избежание этого используйте минимальные скорости подачи, поскольку они позволят частицам алмаза и в этом случае резать чисто. Если засаливание все же происходит, рекомендуется время от времени прикасаться к режущей кромке вращающегося диска кусочком кирпича. Последний очищает диск и обнажает частицы алмаза. Иногда трудности возникают из-за того, что охлаждающая жидкость излишне густая: чрезмерно смазывая поверхность разреза, она не позволяет алмазным частицам в должной мере проявлять режущие свойства. В этом случае охлаждающие жидкости должны быть заменены обычным керосином. Трудности могут возникать также при попытке распилить камни очень больших поперечных сечений. Если диск почти полностью погружен в длинный разрез, то его кромка соприкасается со столь большой поверхностью, что отдельные алмазные частицы уже не могут оказывать на камень абразивного действия. В этом случае трудно дать какой-либо совет, кроме как рекомендовать избегать распиловки камней таких сечений, которые слишком велики для данного отрезного диска. Когда же возникнет необходимость распилить крупный камень, обратитесь за помощью к тем, кто имеет пилу большого размера, и договоритесь о распиловке.

Подрезные пилы

Другим типом пилы, широко применяемым любителями для распиловки камней на пластины, является меньшая по размеру и менее сложная по конструкции разновидность камнерезного станка, предназначенного для резки и подрезки пластин и небольших кусков сырья; эта пила называется подрезной. Основными элементами ее являются: прочный металлический поддон, несущий шпиндель и металлический стол, из которого выступает верхняя часть отрезного диска. Над диском укреплен небольшой металлический или пластмассовый брызговик, предохраняющий оператора от капель масла.

Работа на подрезной пиле

Работа на подрезной пиле идет по тем же правилам, что и на камнерезном станке, за исключением того, что в этом случае камень удерживается и направляется руками. Подрезная пила применяется для мелких работ: получения заготовок для кабошонов, для распиловки небольших кусочков сырья и подрезки частей ограночного сырья. В общем, эти операции просты, но все же необходимо предостеречь от опасности совершить некоторые ошибки.

На пластинах после распиловки камня на камнерезных станках в том месте, где они откалываются, обычно остаются небольшие выступы, которые должны быть удалены. Для этой цели можно использовать простые кусачки.

Чтобы распилить пластину, положите ее на столик пилы, предварительно убедившись, что под ней нет каменных крошек, прижмите ее сильно к поверхности стола и медленно продвигайте к отрезному диску. Первый контакт камня с диском должен быть очень мягким, потому что острый, как нож, край пластины способен повредить мягкую сталь диска и привести к его быстрому износу. Малую скорость подачи выдерживайте до тех пор, пока диск не войдет в пластину на глубину несколько миллиметров, после чего скорость подачи можно увеличить. Как быстро подавать пластину к отрезному диску - на этот вопрос вам может дать ответ собственная практика. Ювелирное сырье сильно

различается по твердости и вязкости, и нет смысла объяснять здесь, каким образом каждый материал ведет себя при распиловке. Однако необходимо знать некоторые сигналы, предупреждающие о том, что скорость подачи завышена. Одним из них является веер искр в точке контакта диска с камнем, высыхание камня в зоне резания и появление сухой пыли - другой сигнал той же ошибки. При появлении любого из них скорость подачи следует сразу уменьшить.

Без практики сначала довольно трудно распилить камень точно по линии, прочерченной на пластине, однако со временем результаты заметно улучшаются. Если диск уже вошел в камень, не пытайтесь корректировать направление распиловки, поворачивая разрезаемую пластину. Это, конечно, изменит направление, но одновременно вызовет и быстрый износ боковых кромок отрезного диска.

Для повышения точности распиловки на пластине всегда следует прочерчивать направляющие линии. В большинстве случаев удовлетворительные результаты получаются с линией, проведенной алюминиевой проволокой, но иногда ее просто не видно под слоем охлаждающей жидкости. Тогда помогут обычные цветные карандаши, в особенности, если их цвет резко контрастирует с цветом пластины.

2.2. Обдирка

Обдирка - это абразивный процесс, цель которого - придание изделию из камня первоначальной («грубой») формы. В камнеобработке этот термин предполагает использование шлифовальных абразивных кругов. Самые обычные круги изготавливаются из карбида кремния и бывают различных размеров и форм. Отличаются они и по размерам абразивного зерна - в зависимости от назначения абразивного круга. В последние годы стали применяться обдирочные круги с алмазными зернами, включенными в металлическую или пластмассовую основу. Они выполняют те же функции, что и круги из карбида кремния, и имеют несомненные преимущества, хотя и более дорогие.

Грубое зерно выбирают для изготовления кругов, которые должны быстро удалять лишний материал, тогда как тонкое зерно используется в тех случаях, когда желательно мягкое и легкое абразивное действие. Специалисты применяют обдирочные круги для придания формы кабошонам и при подготовке сырья к огранке, а также для снятия фасок у плоских пластин, для объемной резьбы, вырезания наборных деталей мозаик и многих других целей.

Абразивы, используемые при обдирке

При обработке камней в качестве абразивов используются толченый песок, гранат, наждак и другие твердые материалы. Среди недорогих и доступных абразивов до сих пор предпочтение отдается карбиду кремния. Порошки как таковые применяются при шлифовке на планшайбах. Из прессованных и спеченных порошков делают точильные камни и шлифовальные круги, которые используются для обработки как металла, так и камня.

Размеры частиц абразивного порошка

Карбид кремния поступает в продажу под различными названиями - карборунд, кристолон и др. О размере частиц можно судить по номеру зерна. Заказывая порошки и круги, необходимо всегда указывать этот номер. Номера абразивных порошков приведены в табл. 2.

Шлифовальные круги

Круги из карбида кремния, предназначенные для обработки камня, выпускают различных размеров в соответствии с моделями существующего оборудования. Обычно размеры кругов колеблются в пределах 12-36 мм (толщина) и 150-250 мм (диаметр). Диаметр посадочного отверстия составляет 12-25 мм, что обеспечивает возможность использования кругов в различных моделях оборудования.

При производстве шлифовальных кругов к абразивному порошку добавляют небольшое количество глины и воды и полученную смесь прессуют в формах. Когда изделие высохнет, его нагревают до высокой температуры. Глина при этом плавится и прочно связывает зерна абразива. В остающееся между абразивами пространство легко проникает вода и смачивает круг. Это очень важный момент при обдирке камня, так как для предотвращения перегрева, или «пережога», материала в процессе обдирки должна применяться вода. Степень связи между зернами абразива в кругах из карбида кремния определяется количеством глины, используемой в качестве связки. Если глины много, получаются твердые круги; при меньшем ее количестве зерна легко отделяются друг от друга, обеспечивая «мягкую» работу круга. Таким образом, эта связь может быть твердой или мягкой, что является важной характеристикой шлифовального круга. Чтобы понять, почему это так, мы должны рассмотреть процесс взаимодействия круга и поверхности камня при обдирке.

Новый круг снимает материал очень быстро, потому что его поверхность покрыта острыми выступающими зернами абразива. Вскоре, однако, зерна стачиваются и скорость шлифования снижается. Если круг относится к твердому типу, его зерна выкрашиваются с трудом, и круг начинает «засаливаться». Скорость шлифования при этом падает. Мягкий же круг быстро становится щербатым, поскольку зерна абразива в нем соединены друг с другом меньшим количеством связующего материала. Поверхность круга постоянно обновляется за счет обнажения «свежих» острых зерен, благодаря чему сохраняется высокая скорость шлифования. Таким образом, твердые круги изнашиваются медленно, мягкие – быстро, причем скорости износа и шлифования пропорциональны прочности связи между зернами. Твердые круги применяются, как правило, для обдирки мягких материалов, например, некоторых материалов, в том числе ювелирных камней.

Для выполнения большинства операций обдирки необходимо иметь всего лишь несколько типов кругов. Грубую шлифовку чаще всего проводят средне-мягкими кругами с зерном 125/100, хотя и круги с зерном, более мелким, пользуются таким же спросом. Когда требуется выровнять поверхность обрабатываемого изделия, не удаляя большого количества материала, наиболее пригоден средне-твердый круг с зерном 63/50. Иногда очень мягкие камни, например, бирюза, сошлифовываются слишком быстро даже на кругах с зерном 63/50. в этих случаях лучше применять средне-твердый круг с зерном, более мелким.

Оборудование для обдирки

Простейший обдирочный станок представляет собой комбинацию вращающегося в подшипниках стального вала с насаженными на него одним или несколькими обдирочными кругами. Обычно это два круга - грубый и тонкий - на противоположных концах вала. Между ними расположены подшипники, в центре шкив. Такая конструкция обеспечивает уравновешенность нагрузок станка, благодаря чему он работает надежно и ровно.

Установка и испытание кругов

Перед установкой нового обдирочного круга рекомендуется внимательно проверить, нет ли в нем трещин. Для этого необходимо, удерживая круг двумя пальцами, ударить по нему небольшой палочкой. Чистый звенящий звук свидетельствует об отсутствии трещин. Глухой звук указывает на существование скрытой трещины. Такой круг применять не следует.

Никогда не оставляйте круг в воде ни на станке, ни при хранении в мастерской. Круги пористы и впитывают довольно много воды; если вода пропитала только одну сторону круга, возможно нарушение его баланса. В таком виде круги опасны. По той же причине не включайте воду до того, как круг начнет вращаться.

Подача воды

Существует несколько способов подачи воды к обдирочному кругу. Лучший из них - капание или разбрызгивание воды по поверхности круга. Разбрызгивание, смачивающее всю режущую поверхность, предпочтительнее, чем капание, при котором вода попадает только на середину круга.

Другой способ заключается в использовании губки, лежащей в воде под кругом. Предполагается, что вода должна с губки переходить на поверхность круга, все время смачивая его. Этот способ хорош в том случае, если скорость вращения круга не слишком высока.

При обдирке смачивание круга водой имеет первостепенное значение. Если круг при обдирке становится белесым, это свидетельствует о скоплении на его поверхности пыли, что приводит не только к снижению скорости обдирки, но и к перегреву камня, который может даже растрескаться. Во избежание этого следует увеличить подачу воды.

Скоростные характеристики обдирочного круга

Круги из карбида кремния работают наиболее эффективно при окружных скоростях 22-23 м/с. Окружные скорости зависят от диаметра круга: для достижения равной окружной скорости круг меньшего диаметра должен вращаться быстрее круга большего диаметра. Частота вращения, требуемая для получения той или иной окружной скорости, определяется по таблице «Окружные скорости для отрезных дисков и кругов». Помните, что при уменьшении диаметра круга частоту вращения следует увеличивать, чтобы окружная скорость оставалась постоянной. Это важный момент, поскольку диаметр обдирочных кругов по мере износа становится меньше, и только увеличением частоты вращения можно поддерживать, если необходимо, желаемую окружную скорость.

Выбирая окружную скорость, при установке любого обдирочного круга следует помнить, что для круга каждого размера существует определенная частота вращения, превышение которой может привести к его разрушению. Максимально допустимая частота вращения указана на каждом круге, и превышать ее нельзя.

Обдирочные круги становятся мягче по мере износа и тверже при увеличении частоты вращения. Эта их особенность на практике приводит к тому, что круги вначале изнашиваются медленно, а по мере уменьшения их диаметра скорость износа возрастает. Если же частота вращения увеличивается, то он становится более твердым и скорость износа его снижается; при снижении частоты вращения круг быстро изнашивается и становится мягким. Такое поведение обдирочных кругов может быть использовано. Если станок может дать только небольшую частоту вращения, то следует использовать более твердые круги, и, наоборот, если круг изнашивается слишком быстро и есть возможность повысить частоту вращения, то можно довести износ до нормального уровня путем увеличения частоты вращения.

Правка кругов

Поскольку при обдирке камень обычно держат в руках, предотвратить появление впадин и выступов на рабочей поверхности круга практически невозможно. Если применяются обдирочные круги, а обрабатываемый камень поддерживается опорой, то неровности на круге возникают реже. Более того, даже если обрабатываемое изделие держат в руках, на больших кругах неровности все равно развиваются медленнее. Проблема неровности круга является весьма неприятной. Небольшая неровность еще терпима, но, когда она возрастает, рабочую поверхность круга приходится править. Для этого существует несколько способов правки: 1) методом обкатки; 2) алмазным наконечником; 3) методом шлифования. Правка методом обкатки осуществляется державкой с набором шарошек, состоящим из ряда звездчатых колесиков из закаленной стали, свободно вращающихся на оси, которая прикреплена к длинной прочной рукоятке из стали (рис. 3). Вращаясь, звездочки колеблются из стороны в сторону и сбивают наружные слои обдирочного круга. Подобный инструмент обычно используется в механических цехах. Алмазные наконечники представляют собой мелкие кристаллы технического алмаза, закрепленные на конце стального прутка металлического стержня (рис. 4).

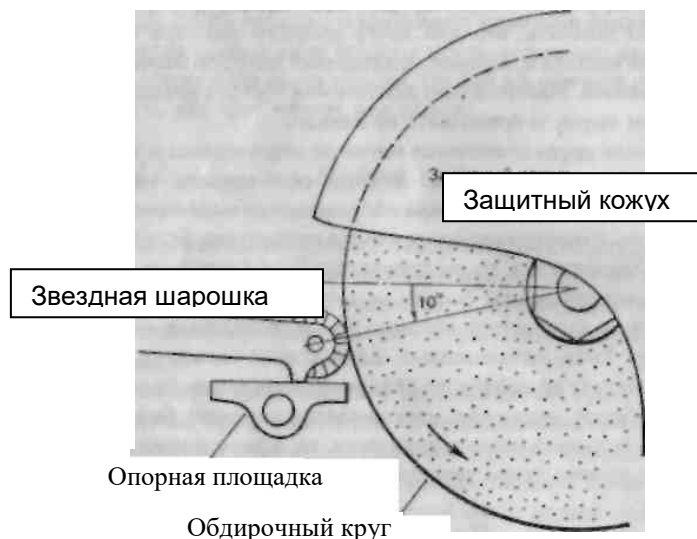


Рис. 3. Устройство с набором шарошек для правки дисков в действии; показано, как шарошки подводятся к поверхности диска ниже горизонтали.

Они удобны в работе, быстро удаляют материал и недороги, если учитывать их долговечность. Третий способ правки заключается в шлифовании рабочей поверхности обдирочного круга абразивным бруском из карбида кремния, спрессованным в форме кирпичика. Этот способ требует значительно больших затрат времени по сравнению с двумя предыдущими, но при необходимости иметь ровную поверхность он, по-видимому, наилучший.

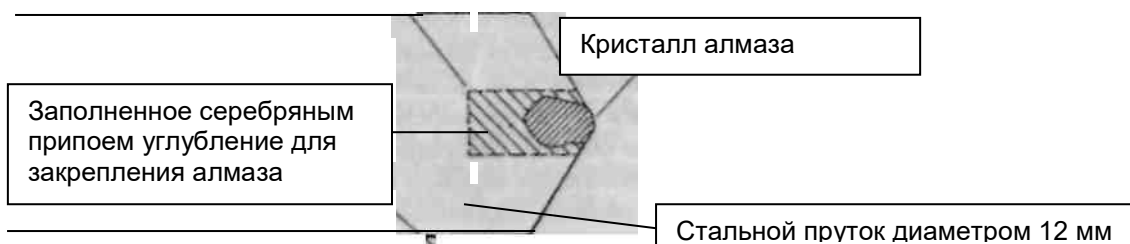


Рис. 4. Деталь алмазного наконечника, показывающая способ крепления алмаза.

Как применять обдирочные круги?

При обдирке важное значение имеет положение камня. Его необходимо держать, как нож, используемый для размазывания масла по хлебу, т.е. в «волочащемся» положении. Если зазубренным краем камня нажать на вращающийся круг в неправильном направлении, камень может «схватиться». Это закончится тем, что на поверхности круга появятся зазубрины. Может также случиться, что камень вырвется из рук или будет разрушен от действия удара. Таким образом, первое правило при работе на обдирочном круге - это обдирка камня в направлении вращения круга, а не против него.

Другим важным требованием при обдирке является хорошая опора для обрабатываемого изделия. Такие опорные площадки не всегда могут быть использованы при обдирке камня из-за криволинейной поверхности кабошенов, которая требует непрерывного изменения положения рук для достижения желаемой формы. И все-таки без опоры предотвратить вибрацию трудно, особенно если круг, пусть и немного, но «бьет».

Еще одно правило работы на обдирочном круге касается размера камней, которые можно обрабатывать на круге определенного диаметра. При обработке камней очень большого размера на небольших кругах ровная поверхность последних быстро нарушается. Практика показывает, что на кругах диаметром 150 мм камни размером более 50 мм обрабатываться не должны. Камни размером в ладонь могут обрабатываться (с осторожностью!) на кругах диаметром 200 мм, более крупные образцы безопаснее на кругах диаметром 250-300 мм. Не допустить появления неровностей - весьма трудная задача, которая едва ли будет решена, пока камень при обработке удерживают в руках. И тем не менее существуют приемы, которые снижают вероятность появления неровностей или, по крайней мере, позволяют хоть как-то контролировать этот процесс. Во-первых, добивайтесь стабильности своих действий, тренируйте руки и кисти рук подавать камень к кругу осторожно, но твердо. Во-вторых, не направляйте зазубрины и острые углы камня прямо в поверхность круга, это вызывает выкрашивание и тотчас же приводит к возникновению неровностей. В-третьих, не старайтесь слишком быстро сошлифовывать материал: такая спешка приводит к образованию неровностей и быстрому износу круга. И наконец, не доводите дело до того, чтобы неровности превратились в глубокие выемки: чем глубже выемки, тем большее количество материала круга придется удалять при правке.

Алмазные обдирочные круги

Алмаз значительно тверже карбида кремния, поэтому он сошлифовывает материал значительно быстрее и с меньшим выделением тепла. Он пригоден для обработки очень твердых камней, таких, как хризоберилл, корунд, которые быстро изнашивают круг из карбида кремния. Алмазные круги не создают такой грязи, как обычные, поскольку единственными отходами, образующимися при обработке, являются только частицы самого камня. Очень небольшое количество воды, требующееся при их применении, также создает более комфортные условия для работы. Но главным преимуществом этих кругов является то, что даже за длительный период эксплуатации на них не образуются те досадные неровности, которые так быстро появляются на кругах из карбида кремния. При осторожном обращении алмазные круги работают в течение многих часов, оставаясь такими же ровными, как и в начале. Нельзя сказать, что на них вообще не возникает неровностей, они, конечно, появляются и даже очень скоро, если работать неосторожно и надавливать острым краем камня на его поверхность, сдирая тем самым тонкий слой частиц алмаза.

Еще одно преимущество алмазного круга состоит в том, что он в меньшей степени, чем обычный, повреждает кожу рук при случайном прикосновении к нему. И самое серьезное преимущество - это то, что алмазные круги не разлагаются на куски, что

случается, хотя и очень редко, с кругами из карбида кремния. Благодаря тому, что алмазные круги изготовлены из плотных материалов, не содержащих пор, они не могут пропитываться и всасывать воду, вызывающей дисбаланс, что является недостатком обычных кругов.

2.3. Доводка

Процесс доводки несложен: для этого нужно тереть камень о плоскую плиту с напыленным на нее абразивным материалом. К нему прибегают всегда, когда требуется получить ровную поверхность на плоском срезе камня или на тонких плоских пластинах. Этот процесс используется при изготовлении упоров для книг, столешниц, мозаик и т.п., где нужны плоские поверхности. Как и обдирку, доводку начинают с крупного зерна, чтобы как можно быстрее выровнять поверхность, а затем пускают в ход мелкий абразив, который подготавливает поверхность к последующему полированию.

Принцип обработки свободным абразивом показан на рис. 5. При движении камня и планшайбы в противоположных направлениях зерна абразива вращаются между поверхностями. Металл планшайбы сравнительно мягок и под зернами слегка выдавливается. Камень же вдавливаясь не может и поэтому скалывается, как показано на рисунке. Многократное повторение этого процесса многочисленными зернами абразива приводит к тому, что вся поверхность камня рано или поздно покрывается мелкими ямками. Если ее сполоснуть водой, она будет выглядеть матовой. Когда поверхность обработана правильно, эта матовость однородна; если же обработка не завершена, на поверхности камня наблюдаются царапины или участки, отличающиеся от прочей поверхности по блеску. По мере использования более мелкого порошка матовость становится слабее и слабее, пока, наконец, не достигается как бы полупрозрачность. Обычно это является признаком того, что камень уже готов для полировки.

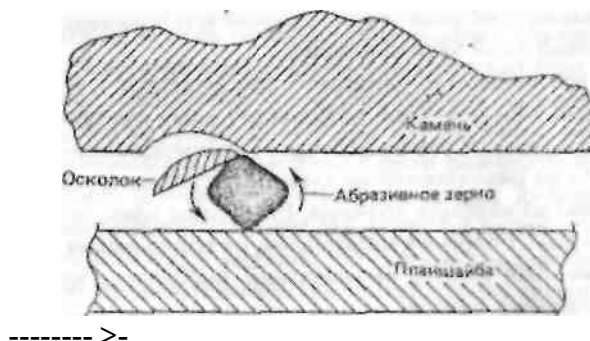


Рис. 5. Принцип шлифования (доводки) свободным абразивом.

Планшайба может быть сделана почти из любого материала, но особенно для этой цели подходит чугун или мягкая сталь, которая даже более удобна для обработки в условиях домашней мастерской.

Порошки, применяемые при доводке

Для доводки на планшайбах чаще всего применяется порошок карбида кремния. При обработке больших поверхностей лучше применять порошок АС-50 или АС-25, чтобы ускорить первоначальное выравнивание поверхности. Поверхности размером около 200 мм в поперечнике довольно быстро выравниваются абразивом АС-12 или АС-10.

Дополнительное оборудование для доводки

Имея в распоряжении шлифовальный станок и набор абразивных порошков, необходимо пополнить свои «запасы» банками с широким горлом для хранения этих порошков. Кроме того, следует приобрести небольшие кисти шириной около 25 мм (для каждого порошка), чтобы наносить суспензию абразива на планшайбу. Каждая банка должна быть снабжена наклейкой с указанием номера порошка.

При обработке очень важно иметь под рукой ведро с водой, в которое добавлен стиральный порошок, чтобы смывать грязь с рук и образцов. Для полного удаления порошка следует применять специальную щетку для ногтей или зубную щетку. Ведро должно стоять рядом, чтобы в любой момент вы могли ополоснуть образец и осмотреть его. Поскольку абразивный порошок тяжелый, он оседает на дно и не загрязняет камень, который обрабатывается более тонким порошком. Вода же окрашивается лишь более мелкими частицами абразива и каменной пыли, которые слишком незначительны, чтобы поцарапать камень.

Работа на доводочном станке

Цель доводки - это выравнивание поверхности и удаление следов, оставленных отрезным диском, углублений и других неровностей путем последовательного применения все более мелких порошков до тех пор, пока поверхность не станет достаточно гладкой, чтобы принять полировку. Здесь невозможно что-либо ускорить или исключить некоторые стадии процесса - результат быстро скажется при полировке, когда обнаружится, что никаким давлением или применением большого количества порошка не удастся удалить глубокие ямки или царапины.

Перед обработкой осмотрите образец. Все выступы необходимо убрать кусачками или на обдирочном круге. Насыпьте в банку порошок 80/63 (или более грубый, если образец большого размера) слоем около 25 мм, добавьте равное по высоте количество воды и немного стирального порошка. Хорошо все перемешайте и нанесите эту смесь на вращающуюся планшайбу вблизи центра. Затем положите образец на центр планшайбы и круговым движением распределите порошок так, чтобы им была покрыта вся ее поверхность. Прислушайтесь к шуму, возникающему под действием абразива: сначала это будет хруст, затем, когда порошок измельчится, вы услышите шуршание. Это служит сигналом того, что скорость доводки снизилась и необходимо добавить свежую порцию абразива. Не набирайте кистью слишком много воды - суспензия на планшайбе должна быть по консистенции похожа на жидкую грязь. При излишке воды порошок уносится с планшайбы и сразу попадает в поддон. При недостатке воды планшайба высыхает, а этого также следует избегать.

В процессе обработки необходимо отмывать камень, чтобы было видно, как идет выравнивание поверхности. Это важный момент, потому что любой, даже небольшой обработанный участок потребует длительной последующей доводки более мелким зерном. Один из лучших способов контроля плоских поверхностей заключается в следующем: обработанную поверхность камня держат под небольшим углом к глазу таким образом, чтобы свет от расположенного на камня источника отражался и попадал в глаз. Любые как бы покрытые изморозью пятна свидетельствуют о существовании недошлифованных участков, которые хорошо видны, поскольку текстура их поверхности отличается от текстуры поверхности остальной части камня. Доводку следует продолжать до тех пор, пока поверхность, на ваш взгляд, не станет однородной, после чего стоит еще поработать около 2 минут для большей уверенности, что все сделано правильно.

Когда образец готов к обработке порошком более мелким, остановите двигатель, вымойте слегка мыльной водой планшайбу и образец, затем вымойте руки, в особенности ногти. Удалите из поддона и выбросьте газеты с налипшим на них порошком и замените

их чистыми, чтобы образец, если он вдруг упадет в поддон, не мог бы загрязниться более грубым порошком. Даже одна крупная частица порошка оставит глубокие царапины на поверхности, которая в остальном может быть прекрасно обработанной.

Грубый порошок позволяет довольно легко передвигать образец по вращающейся планшайбе, в то время как тонкие порошки «стремятся» вырвать камень из рук, иногда со значительной силой. Особенно это проявляется, когда суспензия на планшайбе становится слишком сухой. Не упускайте это явление из виду, в особенности, когда работаете с тонкозернистыми порошками.

При использовании более тонких порошков процесс доводки замедляется и требует много времени, чтобы удалить полученные ранее дефекты. Поэтому будьте внимательны, осматривая образец и определяя его готовность к следующему этапу обработки.

При доводке очень мелким порошком старайтесь брать на кисть минимальное количество абразива. Сильно взболтайте смесь, пока вода основательно не замутнится. Воды, нанесенной кистью на планшайбу, оказывается вполне достаточно для шлифования. Нанесение густой суспензии очень мелкого абразива приводит к его неоправданному расходу. Обработка завершается тогда, когда поверхность образца становится почти блестящей. Проверьте еще раз, не осталось ли недошлифованных участков. Это последняя возможность исправить огрехи перед полировкой. Когда образец однороден по структуре и без царапин, он готов для полировки.

Доводка очень тонких пластин

Иногда желательно отшлифовать и отполировать тонкие пластинки ювелирных материалов. Однако очень тонкие пластины почти невозможно держать руками и еще труднее их доводить и полировать. Поэтому весьма вероятно, что на каком-либо этапе обработки они сломаются. Чтобы избежать этих неприятностей, наклейте пластину на какую-либо подложку (предпочтительно на другую пластину из камня или фанеры). Подложка должна доходить до краев пластины, и по этой причине фанера более удобна, поскольку она легко режется. Для наклейки следует применять смесь пчелиного воска и парафина или же один воск.

Нагрейте фанеру, нанесите на нее воск, нагрейте обрабатываемую пластину и приложите к поверхности воска, расплавленного на подложке. Теперь все стадии доводки могут быть выполнены без осложнений. Тепла, выделяемого при обработке, недостаточно, чтобы расплавить воск и тем самым сдвинуть пластину с подложки. Можно применять другие материалы - обычную, смолу для наклейки кабошонов или шеллак, которые накладываются или удаляются при нагревании. Если работа ведется без обильного смачивания, то удовлетворительные результаты получают при использовании белого поливинила-цетатного клея, но в этом случае необходимо ждать, когда он затвердеет, и еще больше ждать, когда он размягчится в теплой воде настолько, что можно будет отделить пластину от подложки. Работа с эпоксидными смолами дает хорошие результаты, но, чтобы в дальнейшем отделить пластину от подложки, их приходится долго выдерживать в растворителе.

Правило работы на планшайбе

Большинство начинающих шлифуют образцы посередине - между центром планшайбы и ее краем. Через короткое время металл здесь сошлифовывается и возникает заметная кольцевая впадина. Секрет сохранения плоской формы планшайбы очень прост: нужно равномерно использовать всю ее поверхность. Это достигается непрерывным перемещением образца от центра планшайбы к ее краю и обратно с переходом каждый раз за края.

Вблизи центра движения следует замедлять, поскольку эта часть вращается с меньшей окружной скоростью и требуется более длительное время для ее абразивного износа. При соблюдении этого простого правила ваша планшайба будет оставаться плоской и продолжительность каждой последующей операции доводки не будет увеличиваться.

2.4. Сэндинг

При изготовлении многих изделий из камня прибегают к сэндингу как к последнему этапу обработки перед заключительной полировкой. Хотя этот процесс в основном используется при работе с кабошонами, нередко его применяют и для шлифования тонких пластин, заменяя им операцию плоской доводки.

Принципы сэндинг

Термин сэндинг, подобно другим терминам, применяемым в камнеобработке, имеет широкое толкование. Большинство любителей под сэндингом понимают применение эластичной ткани с абразивом, которая покрывает или вращающийся круг, или «непрерывный ремень», движущийся между двумя шкивами. И действительно сэндинг означает использование мягкой поверхности, например, такой, как кожа, или менее мягкой, как, например, дерево, имеющей канавки или не имеющей их, в сочетании с фиксированным или свободным абразивом. Как бы то ни было, главной особенностью всех разновидностей станков для осуществления этой обработки является наличие упругой (эластичной) рабочей поверхности. Необходимость такой поверхности становится понятной при знакомстве с особенностями поверхности кабошона после его доводки. Независимо от квалификации мастера она всегда покрыта плоскими участками. Эластичная абразивная поверхность такие участки ликвидирует, равно как и риски, и поверхность камня становится криволинейной, гладкой и готовой для полировки.

Резиновые шлифовальные круги

Резиновые шлифовальные круги в ювелирной промышленности используются уже давно. В последнее десятилетие они стали применяться в камнеобработке. Как более жесткие, чем круги с абразивной тканью, они нашли специальное применение для выравнивания поверхности очень твердых камней, таких, как хризоберилл с эффектом кошачьего глаза, звездчатый сапфир и рубин. Любители, занимающиеся резьбой по камню, также используют подобные круги небольших размеров для шлифования, поскольку их краям может быть придана определенная форма, позволяющая обрабатывать узкие канавки или углубления.

Резиновые шлифовальные круги изготавливают путем смешивания абразивного порошка и сырой резины с последующей вулканизацией в формах для получения соответствующей конфигурации круга. Изменение скорости абразивного действия достигается путем вариаций соотношений порошка абразива и резины, тогда как качество обработки зависит от размера частиц используемого абразива. При работе с такими кругами требуется охлаждение водой, чтобы из-за нагрева, обусловленного трением, круг не загорелся. Однако если пренебречь запахом горелой резины, то их можно использовать и в сухом состоянии, внимательно следя за тем, чтобы не перегреть камень. Они могут применяться для обработки твердых камней, поскольку на мягких камнях жесткая поверхность вызывает появление плоских площадок, если камень не находится в постоянном изменении положения в процессе шлифования. Эти круги дороги, но служат продолжительное время и не требуют частой замены, как абразивные ткани.

Кожаные шлифовальники

Дисковые и барабанные шлифовальники с кожаной рабочей поверхностью являются идеальным устройством для тонкого шлифования многих ювелирных камней, которые плохо шлифуются обычными абразивными тканями. Для них используется тонкая кожа с подложкой (основой) из фетра или губчатой резины, чтобы придать поверхности упругость. Можно также натянуть кожу на диск с углублением в центре. Хотя на коже можно применять и грубые абразивы (с зерном до 60 мкм), рекомендуется применять только жидкую суспензию карбида кремния АСМ-40. Это позволяет успешно предотвращать образование поверхности с эффектом «апельсиновой корки» у таких минералов, как жадеит, родонит, дюмортьерит и др. Кожаный шлифовальник в равной мере хорош для обработки турмалина и граната, а также камней с металлическим блеском, таких, как пирит, никелин, шмальтин и др. Последние почти невозможно шлифовать обычными абразивными тканями из-за образования многочисленных мелких углублений.

Кожа с успехом используется также в сочетании с алмазным порошком, смешанным с маслом, вазелином, жиром или синтетическим клеем. Чрезвычайно быстрое действие алмаза позволяет шлифовать кабошоны, которые другими методами обработать трудно по причине различной твердости камня в разных кристаллографических направлениях. Этот способ довольно дорог из-за высокой стойкости алмазного порошка, но, когда требуется получить качественную поверхность на камнях, склонных к недополировке, трудно найти что-либо лучшее. Применение очень твердой кожи с алмазом позволяет добиться исключительно ровной поверхности у таких камней, как хризоберилл и корунд.

Скорости сэндинга

Поскольку сэндинг обычными материалами - по существу, тот же процесс обдирки (добавляется лишь фактор воздействия эластичной поверхностью), то естественно, что скорости такой обработки должны быть близкими к скоростям обдирки. К сожалению, некоторые виды шлифовальников нельзя вращать с большой частотой. Так, если быстро вращать деревянные дисковые шлифовальники, то свободный абразив слетает с них, как только его наносят, а круги из карбида кремния на резиновой связке имеют меньшую прочность по сравнению с кругами из карбида кремния, полученными спеканием, и поэтому не могут вращаться так же быстро, как они. Многие диски для сэндинга с зажимным ободком имеют определенный люфт, являющийся причиной существенного дисбаланса при высоких частотах вращения. Из всех типов станков, устроенных по принципу сэндинга, с высокими частотами вращения могут работать лишь ленточный, дисковый с наклеенной абразивной тканью и барабанный (при условии хорошей балансировки). Высокая скорость при сэндинге желательна по ряду причин: быстрее рассеивается тепло при работе всухую; ускоряется абразивное действие; можно прикладывать меньшее давление, поскольку абразивное действие осуществляется более эффективно; значительно снижается вероятность недополировки, к которой склонны некоторые камни.

2.5. Полирование

Заключительным этапом при изготовлении любого изделия из камня является полирование. Сверкающие и фантастически гладкие поверхности, свойственные полированным камням, получаются в результате контакта полируемого изделия с вращающимся мягким материалом, таким, как войлок, кожа, ткань или дерево, заправленным полирующим составом.

Полирующие материалы

Большинство полирующих материалов, за исключением алмаза, являются оксидами металлов. Например, применяемый ювелирами крокус - это оксид железа, зеленый крокус - оксид хрома, другие - оксид олова, оксид церия и т.п. Оксиды обычно имеют очень большую твердость и плавятся только при высоких температурах.

Ниже приведены характеристики основных материалов, применяемых для полирования. За химическим названием следует общепринятое или торговое название, цвет, растворимость и особенности применения при обработке камня.

Оксид алюминия. Глинозем, отмученный глинозем, диамонтин, сапфировый порошок, рубиновый порошок, рубиновая пыль. Руби Дукс, Линде А, Линде В и т.д. - все эти разновидности имеют белый цвет, за исключением приготовленной из синтетического корунда, которая имеет розовый цвет. Оксид алюминия в тех условиях, в которых он применяется при полировании, нерастворим. Все указанные разновидности идентичны по составу, но различаются по содержанию примесей в зависимости от способа производства. Абразивы, приготовленные из измельченного синтетического корунда, включают в свое название слово «рубин». Линде А, Линде В наиболее тщательно классифицированы и характеризуются исключительно высокой однородностью частиц по размеру. Все указанные разновидности широко применяются для полирования металлов и ювелирных камней. Для галтовки или массового производства кабошонов популярен отмученный глинозем (благодаря низкой стоимости), однако он не полирует так быстро и хорошо, как Линде А, оксид олова или оксид церия. При обработке камней с низкой твердостью и камней, склонных к недополировке, Линде А не имеет себе равных, если применяется на коже или дереве.

Углерод. Алмаз, борт, карбонадо. Бесцветный, желтоватый или зеленоватый материал. Нерастворим. Производится путем дробления кристаллов и агрегатов природных или синтетических алмазов с последующей классификацией порошков по размеру зерен. Для практических целей безразлично, используется ли природный или синтетический алмаз, если речь идет о крупных фракциях. Алмазный порошок продается в небольших стеклянных пузырьках в количестве от 1 кар и более в виде пасты, которая, как правило, поступает в продажу в пластмассовых шприцах, очень удобных в работе и полностью предотвращающих загрязнение пасты (табл. 3). Порошки смешивают с оливковым маслом, вазелином или другими маслами и жирами, а также с жировыми веществами, растворимыми в воде. Жиры обычно разбавляют или делают менее вязкими путем добавления дезодорированного керосина или других легких минеральных масел, или силиконовых жидкостей, этиленгликоля и др.

Таблица 3

Пасты из синтетических алмазов

Условное обозначение алмазной пасты	Размер зерен основной фракции в микронах	Условная окраска упаковки	Условное название группы
АП100	100-80	Красная с черной полоской	Крупная
АП80	80-60	Красная с серой полоской	
АП60	60-40	Красная с белой полоской	
АП40	40-28	Зеленая с черной полоской	Средняя
АП28	28-20	Зеленая с серой полоской	
АП20	20-14	Зеленая с белой полоской	
АП14	14-10	Голубая с черной полоской	Мелкая
АП10	10-7	Голубая с серой полоской	
АП7	7-5	Голубая с белой полоской	
АП5	5-3	Желтая с черной полоской	Тонкая
АП3	3-1	Желтая с серой полоской	
АП1	1 и мельче	Желтая с белой полоской	

Примечание. Алмазные пасты выпускают трех концентраций: нормальная - условное обозначение «Н», например, АП14Н; повышенная - «П», например, АП14П; высокая - «В», например, АП14В.

Диоксид церия. Двуокись церия, церий. Желтовато-розовый материал. Растворим в концентрированной серной и азотной кислотах, нерастворим в разбавленных кислотах. Аналогичный материал, состоящий из оксидов редких земель, известен как барнесит и по полирующим свойствам не отличается от диоксида церия. Диоксид церия предпочитают всем полирующим материалам при обработке разновидностей кварца, за исключением некоторых, склонных к недополировке, таких, как тигровый глаз. Их лучше обрабатывать порошком Линде А или алмазом. Диоксид церия дает отличные результаты при полировании всех разновидностей берилла.

Углекислый кальций. Кальцит, карбонат кальция. Бесцветный или белый материал. Растворим в кислотах, включая уксусную. Углекислый кальций получают путем дробления кальцита или чистого мрамора, отмучиванием в воде и декантации суспензии для последующего выделения по возможности более мелких частиц. По действию он эквивалентен мелу и является «нежным» абразивом для полирования таких мягких материалов, как гагат, янтарь, слоновая кость и коралл.

Древесный уголь. Получается из древесины, корней, стеблей травянистых растений и т.п., в которых в процессе роста накапливались исключительно тонкие частицы оксида кремния, остающиеся и в угле. Уголь нерастворим и применяется для полирования металлов и мягких материалов, таких, как гагат, слоновая кость, янтарь и др. Полирующий материал для обработки ювелирных материалов, в том числе таких твердых, как корунд, получают также из золы обычного или датского тростника. Он представляет собой сероватый порошок, который отчасти растворим в кислотах и воде.

Оксид хрома (полуторный оксид хрома). Хром, зеленый хром, зеленая окись хрома и т.п. Темный, интенсивно зеленый материал. Нерастворим. При работе дает много грязи, все сильно пачкает, с трудом смывается с рук, одежды и т.п. Оксид хрома неоднороден по размеру частиц и может оставлять царапины. Тем не менее он широко применяется для полирования кабошонов, особенно из материалов, склонных к недополировке, и популярен при обработке нефрита, который, однако, лучше полировать Линде А или алмазом. Оксид хрома не следует применять для полирования светлоокрашенных камней, содержащих трещины и поры, во избежание их окрашивания.

Оксид железа. Красная окись железа, крокус, ювелирный крокус, лондонский. красный крокус. Темный, коричневато-красный материал, растворим в соляной кислоте. По химическому составу идентичен гематиту, сильно окрашивает руки и изделие. Оксид железа при полировании применяется редко, поскольку существуют столь же эффективные, но более «чистые» в работе материалы.

Диоксид кремния. Трепел. Белый или светлый, коричневато-желтый материал. Слабо растворим в 8 горячих щелочных растворах. Растворим в соляной кислоте и горячих водных растворах бифторида аммония. По химическому составу идентичен кварцу. Получают из измельченных в порошок пород, содержащих кремнистые остатки диатомовых водорослей. Этот абразив, - очищенный соответствующим образом, весьма однороден. Трепел широко применяется для полирования агата и многих других ювелирных камней. Иногда его рекомендуют для полирования сапфиров на планшайбах из олова и подобных металлов, однако он едва ли сможет в этом случае заменить алмаз.

Диоксид олова. Оксид (двуокись) олова, олово. Чистый диоксид олова имеет белый цвет с кремовым оттенком. Порошок, выпускаемый для чистки металлических предметов, является материалом неопределенного состава и, по-видимому, состоит из оксида олова, карбоната кальция или магния и небольшого количества щавелевой кислоты, так как не стабилен по свойствам и не идет ни в какое сравнение с лучшими по качеству и доступными полирующими средствами. В фабричной упаковке порошок спрессован в виде блоков, которые при добавлении воды распадаются. Растворяется в крепких растворах КОН и NaOH. Чистый диоксид олова успешно применяется для полирования различных ювелирных материалов.

Диоксид циркония. Двуокись циркония. Материал интенсивного красновато-коричневого цвета. Растворим в серной и плавиковой кислотах. При полировании ведет себя так же, как диоксид церия.

Хранение порошков. Все полирующие порошки следует хранить в отдельных контейнерах, на которые наклеивают соответствующие этикетки. Контейнеры должны герметично закрываться и храниться отдельно от шлифовального и обдирочного оборудования. Их можно хранить совместно с полировальниками на полках, за занавесками, предохраняющими от пыли и грязи.

Перед нанесением порошков на полировальники их смешивают с водой в полиэтиленовых бутылках, снабженных пластмассовыми пробками с отверстием. Бутылки встряхивают, чтобы порошок хорошо перемешался с водой, и необходимое количество содержимого выдавливают на полировальник. Старайтесь не готовить сразу слишком много смеси, поскольку некоторые порошки, в особенности диоксид церия, при высыхании образуют твердые комки. Во избежание этого нужно плотно закрыть бутылку, чтобы предотвратить испарение воды.

Полирующие составы в виде брикетов

Помимо порошков и паст полирующие составы выпускаются также в виде водорастворимых, полутвердых, цилиндрических или прямоугольных брикетов, которыми натирают вращающуюся влажную поверхность полировальника. Изменяя влажность полировальника, можно нанести на него столько состава, сколько требуется.

Полировальники

Существует два основных типа полировальников: полировальники для полирования кабашонов, плоскостей, сфер и других изделий, не требующих высокой точности исполнения, и полировальники для полирования геометрических плоских поверхностей, таких, как грани ограненных камней. Полировальники первого типа делают как из мягких материалов - ткани и кожи, так и из более твердых - дерева и резины. Полировальники второго типа изготавливаются из плоских пластин металла, пластмассы или дерева. Они в меньшей степени продавливаются от прикладываемого давления и поэтому дают возможность получать более точные поверхности.

Войлочные круги

Самый распространенный полировальник представляет собой сплошной войлочный круг, изготовленный из высококачественной спрессованной шерсти. Хорошо применять для этой цели наиболее плотные сорта войлока, поскольку другие слишком быстро изнашиваются. Войлочные круги выпускаются от очень небольших для ювелирных работ до кругов диаметром 300 мм и толщиной 50 мм и более для полирования камня. Поскольку войлок не так прочен, как другие материалы, необходимо, чтобы толщина войлочного круга была не менее 25 мм; предпочтительнее 37-50 мм. Опорные фланцы должны иметь диаметр около 1/3 диаметра круга. Их назначение - придать кругу жесткость и предотвратить проскальзывание шпинделя по валу. Войлочные круги лучше работают при невысоких окружных скоростях. Рекомендуются скорости 5-10 м/с. Излишняя же скорость делает поверхность как бы тверже, и в то же время под действием увеличенной центробежной силы полирующий состав срывается с круга и расходуется напрасно. Для сохранения рабочей поверхности круг нужно использовать равномерно. Это особенно важно, когда полируется плоская поверхность, поскольку неравномерно изношенный круг будет полировать лишь частью своей поверхности.

Все сорта войлока хорошо загрязняются, поэтому необходимо соблюдать меры предосторожности и хранить круги подальше от грязи и пыли. Неработающий полировальник должен быть чем-нибудь закрыт, или, если он снят со станка, его следует завернуть в чистую бумагу. Старайтесь не смешивать на войлочном круге разные порошки, если можно избежать этого. Частицы грязи удаляются с круга при его вращении с помощью куска пемзы. Одновременно этим способом можно выровнять поверхность круга.

Полировальники из листового войлока

Листовой войлок используется на дисковых полировальниках диаметром 150-400 мм. Листы толщиной менее 6 мм редко находят применение, если их надежно не приклеить к подложке, ибо в противном случае при работе они сморщиваются и рвутся. Горизонтальные диски часто крепятся только в центре. Сила трения между войлоком и диском предохраняет первый от скручивания. И все же, если позволяет конструкция, лучше закрепить войлок на всей поверхности диска.

Кожаные полировальники

Сплошные кожаные круги издавна используются для полирования ювелирных изделий из металлов, а также ювелирных камней, включая разные изделия. Для полирования годится кожа любого типа, но она должна быть просто выдублена, без искусственного окрашивания или выделки. Для выполнения операции полирования кожа может быть приклеена к дискам, натянута на деревянные формы или же используются другие способы.

Кожа дает удовлетворительные результаты при обработке почти всех ювелирных камней, но особенно она эффективна для материалов, склонных к недополировке, таких, как нефрит, лазурит, родонит, змеевик и др. Более того, на коже можно применять почти любой полирующий порошок, включая алмаз. Наиболее широко используются оксид хрома и Линде А, причем последний предпочтителен. Камни, которые при полировании на войлоке приобретают лишь тусклый блеск даже после продолжительного шлифования, на коже почти всегда получают блестящими. Кожа исключительно экономична в работе: кусок, однажды натянутый на полировальник, служит в течение ряда месяцев без видимого износа. Существенным недостатком кожи является вынужденная затынутость обработки и то, что наилучшая полировка получается при условии почти сухой обработки. Последнее обстоятельство приводит к сильному нагреванию камня, от которого может расплавиться наклеенная смола и камень сорвется с оправки.

Толстая «подошвенная» кожа в сочетании с алмазной пылью применяется для полирования очень твердых камней способом, аналогичным шлифованию эластичными материалами. С успехом можно использовать ее и с обычными полирующими порошками. Однако жесткость кожи препятствует тесному контакту полировальника с кабошоном, в результате чего в любой момент времени полируется лишь небольшая часть поверхности кабошона. По этой причине для кожаных полировальников чаще всего используют кожу толщиной не более 3 мм, поскольку гибкость ее обеспечивает большую поверхность контакта с камнем.

Полировальники из ткани

Эти полировальники, представляющие собой стопку множества кругов из неотбеленного миткаля, также успешно применяются для полирования при условии, если им придают высокие частоты вращения, которые делают рабочую поверхность полировальника достаточно жесткой и способной противостоять давлению камня.

Ткань можно применять на дисковых и барабанных полировальниках, но длительно служить, не протираясь и не изнашиваясь, могут только плотные и толстые ткани, как брезент, некоторые виды саржи, а также специальные ткани для полирования образцов минералов. Отличные результаты дают полировальники из чисто шерстяной ковровой ткани. Прочная ткань, предназначенная для ленточных шлифовальных станков, может применяться и для полировальников. При этом она сохраняет все преимущества, которые были отмечены при описании шлифовальников такого типа.

Ткани можно натягивать на деревянные формы и закреплять их снизу гвоздями с большими шляпками с таким расчетом, чтобы ни один гвоздь не оказался в зоне, используемой для полирования.

Полировальники из ткани не должны вращаться с частотой, превышающей 500 об/мин, за исключением полировальников из прошитого миткаля, для которых нужна частота вращения 2500-3000 об/мин, чтобы стать достаточно жесткими и, следовательно, эффективными.

Полирование на пеллоне

Пеллон - это синтетическая ткань, широко применяемая как подкладочная и бортовая при пошиве одежды и в то же время

исключительно эффективная при полировании плоских образцов минералов и ювелирных камней. Для последней цели диски из пеллона приклеивают к металлическим планшайбам с помощью контактного клея (очень липкая незасыхающая масса) и заполняют водными суспензиями полирующего порошка. Пеллон можно использовать и на криволинейных поверхностях и мягких подложках, но он легко рвется, если зацепится за острый выступ камня.

С планшайбой, покрытой пеллоном, работать несложно: нанесите на нее кистью жидкую водную суспензию полирующего состава, включите двигатель и прижмите к ней плоский образец. Благодаря перистой структуре пеллона никакие рывки и тянущие усилия почти не заметны. И только когда вы почувствуете, что трение заметно увеличилось, это будет означать, что круг стал сухим, требуется повторное смачивание. Поскольку пеллон не может противостоять сильному нагреванию, почаще проверяйте, не слишком ли нагрелся образец.

Деревянные полировальники

Обычное дерево издавна применялось для полирования драгоценных и поделочных камней, причем в знаменитых центрах по обработке камня в ФРГ и Франции для этого использовали древесину бука. Для полирования пригодна любая плотная древесина. Тик, красное дерево, бук, береза, вишня и другие фруктовые деревья, дуб, тополь - все они годятся для этой цели. Дерево может быть обработано в виде дисков, барабанов или кругов; поверхность делается плоской и снабжается разнообразными по форме канавками, обеспечивающими большую площадь контакта с камнем. Поскольку работа на кругах предусматривает использование воды, дерево может покоробиться. Часто этого можно избежать, пропитав его предварительно расплавленным пчелиным воском. Аналогичные по эффективности деревянные полировальники делают чудеса с материалами, склонными к недополировке, а также со многими твердыми камнями, которые на других полировальниках полируются медленно или с трудом.

Пробковые полировальники

Хорошие полировальники для обработки кабошонов и небольших пластин делаются из листовой пробки толщиной 1,5-6 мм, наклеенной на металлический диск.

Лист разрезают на куски необходимого размера и приклеивают к металлическому диску контактным клеем или битумно-канифольной мастикой. При использовании последней диск следует нагревать, пока мастика не начнет плавиться. Лист пробки прижимают грузом, предварительно удостоверившись, что он лежит ровно. Жесткая поверхность такого полировальника особенно полезна при обработке материалов, склонных к недополировке.

Подготовка к полированию

Прежде чем нанести полирующий состав на полировальник, последний необходимо установить и испытать, как он вращается на станке. Смешайте в стеклянной банке около одной чайной ложки полирующего порошка с несколькими объемами воды. К смеси добавьте несколько капель разбавленного шампуня или щепотку стирального порошка. Они обладают смачивающим действием и способствуют более равномерному распределению полирующего порошка. Используемые в домашнем хозяйстве моющие средства вредного действия на полировальники не оказывают.

Каждый полирующий порошок должен храниться в отдельной банке с этикеткой, и к каждому должна быть приложена своя кисть. Для полирования применяют только разбавленную суспензию. Густую массу, осевшую на дно, использовать не следует. Необходимо каждый раз перед началом нанесения суспензии хорошенько ее перемешивать. Нанесение густой суспензии приводит к засаливанию полировальника, снижению скорости полирования и напрасной трате полирующего порошка. Нужно количество наносимой суспензии для войлочных полировальников определяется по сильному окрашиванию войлока. Свежие порции суспензии добавляются каждые несколько минут, но нужно следить за тем, чтобы поверхность не покрывалась толстым слоем порошка. Применяя кожаный полировальник, будьте более экономны и используйте Линде А или оксид хрома в таком количестве, чтобы только изменить цвет кожи. Слишком большое количество порошка на коже приводит к ее засаливанию и снижению эффективности полирования. Во всех случаях подавайте ровно столько суспензии, сколько нужно, чтобы поддерживать полировальник во влажном, но не в мокром состоянии, придерживаясь такой концентрации порошка, которая обеспечивала бы высокое качество полировки.

Техника полирования

Удержание образцов при полировании осуществляется теми же приемами, что и при шлифовании. Наилучший способ полирования кабошенов показан на рис.6, где можно видеть, каким образом наклеенный на оправку крупный кабошон прижимается к полировальнику. Операция кажется простой - и это соответствует действительности, но некоторые моменты стоит оговорить, чтобы предотвратить возникновение трудностей. Прежде всего, обратите внимание на то, что пальцы руки держат оправки в самой нижней ее точке непосредственно за камнем. При таком способе надежно удерживается оправка, обеспечивается точный контроль движений и в то же время камень дополнительно опирается на кончики пальцев. Заметьте также, что края камня во избежание захвата подняты над полировальником. Хотя полировальник в общем вращается медленно, захват края камня не исключается, а в таком случае может либо порваться полировальник, либо сорваться с оправки камень. Как и при шлифовании, важно, чтобы камень волочился по шлифовальнику. Завершив полирование одного участка, камень поворачивают и переходят к другому, и так до тех пор, пока вся поверхность не будет отполирована.

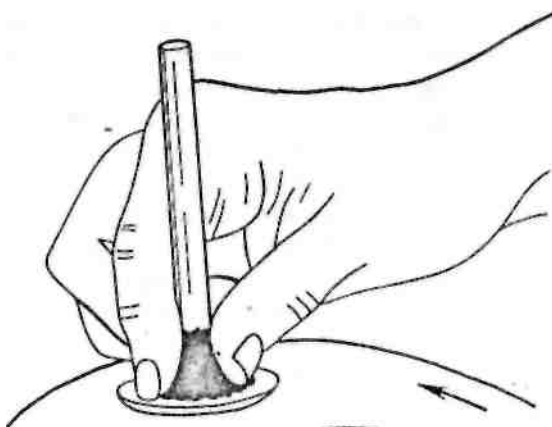


Рис. 6. Правильное положение оправки с наклеенным кабошоном при работе вручную на горизонтальном фетровом полировальнике.

При полировании к камню надо прикладывать значительное усилие, степень которого зависит от типа полировальника. Но чем лучше подготовлена поверхность при шлифовании абразивами на эластичной подложке, тем при меньшем усилии происходит полирование.

Помните, что при большом давлении выделяется тепло, от которого может растрескаться камень или же размягчиться наклеечная смола, удерживающая камень на оправке, в результате чего камень сдвинется или оторвется от него.

Желательно выработать определенную систему при полировании, чтобы быть уверенным, что любой участок поверхности тщательно обработан.

Практически любой отшлифованный камень начинает блестеть через несколько секунд. Если этого не происходит, то, значит, либо поверхность не была как следует отшлифована, либо применена не та комбинация порошка и полировальника.

Полирование камней, склонных к недополировке

На зернистых и волокнистых ювелирных камнях при сэндинге и полировании часто образуются ямки и выступы. Такая поверхность, похожая на лимонную корку, особенно характерна для нефрита, родонита, лазурита и других камней с неоднородной структурой. Войлочный полировальник успешно полирует многие виды камней, но он совершенно не пригоден для камней, склонных к недополировке. И действительно, абразив при такой обработке, достигая участков с низкой твердостью, делает их еще глубже. И даже если камень приобретает хорошую полировку, его поверхность может быть сильно рябой. Если при шлифовании такая неровная поверхность не возникает, она наверняка образуется, как только начнется полирование на войлоке. Если вы видите, что проявляется недополировка, немедленно прекратите полирование на войлоке и переключитесь на дерево или кожу. Дальнейшее полирование на войлоке может нарушить поверхность настолько, что потребуются перешлифовка камня.

2.6. Сверление

Сверление при обработке камня применяется во многих случаях, например, для того, чтобы просверлить отверстия в бусинах или подвесках, для создания полостей в больших блоках материала и т.п.

В первых двух случаях отверстия обычно имеют небольшой диаметр, но высверленные полости могут достигать в диаметре несколько сантиметров.

Трубчатые сверла

Более легкий и более надежный способ сверления отверстий в камне заключается в использовании вращающихся трубок, к концам которых подается абразивный порошок или на концы которых напаян металлокерамический ободок, содержащий алмаз. Трубчатым сверлом невозможно просверлить такое же тонкое отверстие, как иглой, однако в большинстве случаев полученные с его помощью отверстия вполне отвечают поставленным целям.

Трубки, предназначенные для сверления отверстий очень малого диаметра, делают из бронзы, латуни, нержавеющей или обычной стали. Тип материала не особенно важен при условии, что он не слишком мягок. Эффективный минимальный диаметр трубки составляет 1,5 мм - более тонкие трубки обычно сминаются. Сверла малого диаметра можно применять только на точных станках, поскольку малейшая вибрация вызывает быстрый износ трубки и постепенное закрытие ее отверстия. Тонкая каменная сердцевина обычно разрушается на небольшие отрезки, которые входят в трубку. Если трубка сожмется и зажмет кусочек сердечника, сверление прекратится.

Сверла большого диаметра изготавливают из стали, особенно тонкостенные, известные как сверла Шелби. Можно применять также трубки из меди и латуни, однако все они должны быть достаточно тонкостенными, чтобы свести к минимуму площадь камня, которая будет удалена при сверлении.

Проволочные сверла с алмазным покрытием

Алмазные сверла небольшого диаметра в течение многих лет выпускались только для стоматологических целей, теперь же они изготавливаются для специальных нужд и любителей камня. Такие сверла представляют собой отрезок стальной проволоки, рабочий конец которой содержит алмазные частицы, закрепленные с помощью гальванического покрытия.

Обычно диаметр таких сверел равен 0,75-2,50 мм. Более эффективные в работе сверла нового типа имеют покрытие не сплошное, а в виде трех вертикальных полос, между которыми образуется зазор для потока охлаждающей жидкости и вымывания шлама.

Абразивы для сверления

Для сверления применяют карбид кремния, карбид бора и алмаз. Чаще всего используется первый, поскольку он доступен в виде порошков любого номера и значительно дешевле. Второй тверже, однако его зерна не такие острые, как у карбида кремния или алмаза; поэтому он соответственно и медленнее действует, но достаточно вязок и с трудом дробится.

Алмазный порошок, хотя и дорог, является наилучшим абразивом для сверления, поскольку сверлит быстро и, сразу вдавливаясь в металлическую трубку сверла, обеспечивает абразивное эффективное действие, тогда как карбид кремния и карбид бора, прежде чем вдавиться в металл, обычно катятся, делая похожим свое абразивное действие на шлифование свободным абразивом на планшайбе. Некоторые любители применяют смесь алмазного порошка и карбида бора и утверждают, что это обходится дешевле, чем чистый алмаз, при более высокой скорости сверления, чем при сверлении одним только карбидом кремния или карбидом бора. Алмазный порошок крупностью 180-100 мкм пригоден для многих целей, но для высверливания небольших отверстий следует использовать 45-мкм порошок. Аналогичные номера порошков рекомендуются и для карбида кремния и карбида бора.

Техника сверления небольших отверстий

Кроме сверлильного станка и сверл, для работы необходимо иметь немного пластилина, парафина или пчелиного воска, плоские куски дерева, толстые шайбы или гайки, играющие роль ограждений для удерживания абразива вокруг просверливаемого отверстия.

Образец, в котором требуется просверлить отверстие (обычно пластина или другой плоский предмет), осторожно подогревают и приклеивают воском или парафином к плоскому деревянному бруску. Такой брусок служит устойчивой подставкой, удерживающей камень и не дающей ему возможности двигаться в процессе сверления. Воск удерживает камень на бруске и создает снизу опору, предотвращающую крошение краев отверстия при выходе сверла из камня. По возможности сверление следует начинать на плоской поверхности. Подведите изделие прямо под сверло и осторожно опускайте его в намеченное место. Закрепите брусок на столе станка. Нагрейте шайбу или гайку до температуры плавления воска и положите ее так, чтобы она окружала просверливаемое отверстие, играя роль небольшого контейнера для абразивной суспензии. Нанесите немного суспензии в точку сверления, осторожно опустите сверло и включите двигатель. Через несколько секунд прекратите работу, проверьте точность сверления и при необходимости внесите коррективы.

Очень важно опускать сверло как можно осторожнее, особенно если сверлится полированная поверхность или если она имеет кривизну. Это необходимо для того, чтобы сверло не сдвинулось в самом начале процесса, а это реально только при легком контакте. Когда же прорежется неглубокая кольцевая канавка и сверло станет устойчивым в нем, усилие можно увеличить. Заполните пространство вокруг сверла абразивом и водой. Почаще проверяйте, не израсходовалась ли эта смесь?

Начав сверление, не выравнивайте конец трубки или иглы, поскольку в противном случае при погружении в отверстие они могут смяться. Лучше подождать, пока камень не будет просверлен насквозь, затем перевернуть его и просверлить отверстие с противоположной стороны, чтобы выровнять его. Если применяется трубчатое сверло, то конец его должен быть до работы выровнен и слегка расширен. Проверьте, как вращается сверло. Если наблюдается вибрация или биение, слегка изогните трубку, пока она не станет прямой.

Когда сверло вот-вот должно выйти с противоположной стороны, ослабьте усилие, чтобы оно вышло наружу как можно мягче. Как только конец сверла выйдет, прекратите работу, переверните образец и подсверлите то же отверстие с противоположной стороны.

Сверление - деликатная работа и требует терпения. Успех в основном заключается в обеспечении легкого давления на сверло в процессе всей работы, а также в частом поступательно-вращательном движении сверла, необходимом для удаления шлама и поступлении новой порции абразива. По этой причине стоит приобрести автоматический станок для сверления небольших отверстий.

Ультразвуковое сверление

Сверление с высокими скоростями любых видов каменного материала стало возможно с появлением ультразвуковых сверлильных станков. В качестве сверл применяются отрезки проволоки, подсоединенные к вибратору, который совершает возвратно-поступательное движение вверх и вниз с исключительно большой скоростью. Порошок подается с помощью электронного устройства, и благодаря конструкции станка проволока ударяет абразив и поверхность камня значительно чаще, чем это возможно любым другим методом. Этим объясняется высокая скорость, с которой можно просверлить отверстие в камнях практически любой твердости.

2.7. Галтовка

Галтовка - это метод массового производства полированных ювелирных камней, когда в барабан загружают куски сырья, добавляют абразив и воду и приводят его во вращательное движение, поддерживая в таком состоянии до тех пор, пока камни не станут совершенно гладкими.

После загрузки барабана и включения двигателя процесс почти не требует внимания. Эта особенность обработки в сочетании с тем, что получающиеся при этом камни приобретают красивый вид и любопытную форму, делают галтовку очень привлекательной. Указанный способ вызывает интерес и в связи с тем, что с его помощью могут быть обработаны обычно многочисленные мелкие осколки ювелирного сырья, которые уже ни на что не годятся, но идеально подходят для галтовки.

Принципы галтовки в барабане

Галтовка как процесс применяется в промышленности для специфической обработки металлических деталей. Она выражается в том, что одни детали падают с определенной высоты и ударяются о другие, и именно такие соударения являются желательными. При обработке камня такое недопустимо, поскольку камни слишком хрупкие, чтобы выдержать без повреждений многочисленные соударения.

Галтовку камней осуществляют таким образом, что камни скорее скользят друг по другу, чем соударяются. Принцип галтовки состоит в том, что барабан заставляют вращаться с такой частотой, чтобы камни поднимались по одной стороне барабана до известного уровня, после чего скатывались вниз. При этом каждый камень, совершая бесчисленные круговые движения вверх и вниз, стачивает острые углы о «бока» своих «соседей». Требуется довольно длительное время, чтобы весь материал превратился в совершенно гладкие кусочки. Схема движения камней внутри галтовочного барабана показана на рис.7. При соответствующей скорости необработанные камни со дна и в правой части барабана поднимаются вверх до некой критической точки. Здесь они переворачиваются и соскальзывают, как показано стрелками, вниз в системе единого слоя. Если барабан вращается слишком быстро, вместо скользящего слоя образуется «камнепад». Это приводит к сильному выкрашиванию и увеличению времени, необходимого для доводки загруженной партии камней.



Рис.7. Поведение абразива в галтовочном барабане

Для сокращения времени обработки сначала используют грубый абразив, затем барабан и камни промывают и применяют более мягкий абразив. Операция завершается полированием.

Форма и размер барабана

Галтовочным барабанам обычно придают шестигранную форму, поскольку считается, что в этом случае камни поднимаются выше и, поднявшись, лучше переворачиваются. Однако некоторые промышленные фирмы, занимающиеся галтовкой, применяют только круглые барабаны и получают хорошие результаты. Таким образом, форма барабана, по-видимому, определяющего значения не имеет, другое дело - размер его, поскольку именно он оказывает непосредственное влияние на скорость обработки. Обратившись к рис.7, можно увидеть, что если барабан большой, то по сравнению с барабаном меньшего размера нижние слои камней будут испытывать более сильное давление и, следовательно, более сильное абразивное действие. Это означает, что в барабане с большим диаметром галтовка будет происходить быстрее, чем в барабане меньшего диаметра.

Частота вращения барабана

Для барабана определенного диаметра существует только одна оптимальная частота вращения, а именно та, при которой обрабатываемый материал поднимается по обрабатываемой стенке до определенной высоты, а затем начинает как бы сыпаться. Это показано на рис. 7. Превышение оптимальной частоты приводит к образованию «водопада» или «камнепада», т.е. к тому, что камни, отделяясь от стенки барабана, начинают падать на другие камни, соударяясь с ними со значительной силой. Некоторые любители утверждают, что такой процесс благоприятен на начальной стадии обработки, поскольку способствует быстрому сбиванию острых углов и снижает продолжительность галтовки. Следует, однако, помнить, что при обработке хрупкого и легко растрескивающегося материала, например, обсидиана и кварца, обработанные таким образом камни будут содержать много трещин и потеряют свою ценность, как *бы* хорошо ни были выполнены следующие операции. При еще больших скоростях центробежная сила просто прижмет камни к стенкам барабана, что неизбежно при работе с большими скоростями.

С другой стороны, низкие скорости также нехороши, как и слишком высокие. При скоростях ниже оптимальных обрабатываемый материал, поднимаясь по стенкам барабана, не достигает нужной высоты и соскальзывает всей массой обратно, вместо того, чтобы переворачиваться и скатываться отдельными слоями. По характеру звуков, исходящих от работающего барабана, можно судить, как обстоит дело. Очень, высокие скорости могут вообще не создавать никакого шума, поскольку материал будет прижат к стенкам и не передвигается, или же могут вызывать слишком большой шум и грохот, если в барабане происходит «камнепад». Недостаточно высокие скорости могут заявить о себе периодически повторяющимся шуршащим звуком в момент, когда материал, поднявшись на некоторую высоту, соскальзывает вниз. При оптимальной скорости будет возникать звук, который лучше всего описать как устойчивый или рокочущий гул. Оборудование промышленного производства уже рассчитано на оптимальную скорость галтовки, и для его нормальной работы требуется лишь включить двигатель.

Выбор материала

Многие любители берут низкосортный материал и галтуют его в надежде на то, что камни каким-то чудом превратятся в замечательные блестящие заготовки, из которых можно сделать кабошоны. Но галтовка не делает чудес, и из плохого материала, загруженного в барабан, выйдут только плохие галтованные камни.

Сырьем для галтовки может служить сплошной твердый материал - без трещин, пор, пустот или мягких включений. Хотя мягкие углубления обдираются и полируются в

барабанах, глубокие так и остаются не обработанными на фоне обработанного камня. Более того, из таких глубоких впадин почти невозможно удалить грубый абразив, и он загрязняет материал на последующих этапах обработки. Вот почему выбору материала для галтовки следует уделять самое серьезное внимание.

Подготовка сырья к галтовке

Выбранный подходящий для галтовки материал раскалывают на куски приблизительно одинакового размера. Одни обработчики используют для этого молоток и наковальню, другие сначала распиливают куски на толстые пластины, а затем раскалывают их. Требуется определенная сноровка, чтобы не наколоть слишком много отходов. Хрупкие материалы, особенно кварц и обсидиан, дают при раскалывании острые осколки, разлетающиеся в разные стороны, которыми легко порезать руки и поранить глаза. Поэтому всегда следует пользоваться перчатками и защитными очками. На предприятиях, выпускающих галтованные камни в промышленных масштабах, нередко применяют для измельчения сырья небольшие камнедробилки.

Для раскалывания сырья подходит прием, применяемый мастерами-мозаистами для раскалывания смальты. Толстое долото забивают хвостиком в тяжелый деревянный блок или чурбан и используют молоток с клиновидным бойком. Кусок сырья кладут на лезвие долота и легко ударяют по нему молотком, при этом лезвие долота и боек молотка должны находиться друг против друга. В таких условиях в большинстве случаев камень раскалывается по желаемой линии.

В связи с тем, что при раскалывании в материале нередко образуются трещины, а камни с трещинами плохо выглядят после галтовки, их следует сразу отложить в сторону, чтобы потом расколоть на более мелкие кусочки или же выбросить. Качественный материал можно попытаться облагородить на обдирочном круге.

Количество загружаемого материала

По мнению большинства специалистов, барабан следует заполнить камнями и абразивом наполовину или немного больше, а пространство между камнями и порошком - водой до уровня верхнего слоя камня. При меньшем количестве камней вся масса будет соскальзывать и абразивное действие будет очень низким, ибо слишком большое количество камней не дает необходимого скольжения их относительно друг друга. В барабан добавляют моющее средство, способствующее смачиванию материала, из расчета одна столовая ложка порошка на 4 кг камней. Добавление большего, чем указано, количества воды, вызывая разбавление абразивной суспензии, ускоряет обдирку.

Абразивные материалы

При галтовке для обдирки применяется исключительно карбид кремния. Для первой обдирки обычно берут грубый порошок, как правило, 80 меш, для второй используют порошки 400 или 600 меш.

Если имеется возможность, то при первой обдирке для ускорения обработки в барабан можно загрузить разбитые на куски старые, уже не использующиеся круги из карбида кремния. Такие круги разбивают молотком на куски около 25 мм в поперечнике и добавляют в партию камней и абразива. По мере разрушения этих кусков образующийся порошок карбида кремния усиливает абразивное действие свободного абразива, с самого начала насыпанного в барабан.

Для первой обдирки абразивный порошок берут из расчета 1-3 кг на 10 кг камней. Меньшее количество применяется для относительно мягких камней, большее -

для твердых и вязких. Скорость обработки увеличивается, если камни ежедневно или через день выгружать из барабана, промывать и вновь загружать, добавляя свежий порошок. Однако это накладно, лучше просто увеличивать период первоначальной обдирки.

Для второй обдирки применяют меньшее количество более тонкого абразива - от 0,5 до 1 кг на 10 кг камней.

Продолжительность галтовки

Продолжительность обработки зависит от формы и свойств сырья, размера барабана и других факторов; каких-либо рецептов, значительно ускоряющих процесс галтовки, дать нельзя. В любом случае при первой обдирке время от времени необходимо открывать барабан и проверять, как продвинулась обработка. Убедившись, что задачи первой обдирки выполнены, переходите ко второй, но, если на камнях еще сохранились углубления или поверхностные трещины, обработку следует продолжить. При осмотре содержимого барабана следует тщательно вымыть и высушить большое количество образцов, принимая во внимание тот факт, что все камни выглядят лучше, когда они смочены водой, особенно если вода впиталась в поверхность трещины, сделав их незаметными. Аналогичные проверки необходимо делать и при второй обдирке.

Полирование

Можно с уверенностью сказать, что нет таких средств, которые не были бы использованы для полирования. И тем не менее невозможно дать рецепты, которые наверняка обеспечили бы успех. Часто добавляют в барабан вместе с полировальным порошком «полировальники» в виде небольших кубиков из дерева твердого, толстой фанеры, пробки, полосок кожи в надежде, что они адсорбируют полировальный порошок и, двигаясь между камнями, будут полировать их. В качестве наполнителей используют опилки, глину, скорлупу арахиса, кочерыжки кукурузных початков и др. Наряду с усилением полирующего действия эти материалы выполняют, также функцию амортизаторов, предотвращающих непосредственное соударение камней, которое часто приводит к скалыванию их тонких краев.

Полирующее средство составляют из 0,5 кг порошка и 2,5 кг наполнителя на 10 кг камней, прошедших вторую обдирку. Популярными для галтовки полирующими порошками являются диоксид олова, трепел, отмученный оксид алюминия, диоксид церия, крокус и оксид хрома, т.е. стандартные порошки, широко применяемые и при других видах обработки камня. Наиболее дешевые из них трепел и отмученный оксид алюминия, но лучшие результаты при галтовке ювелирных материалов многих типов дает оксид олова, хотя он и дороже.

Полирование обычно продолжается 4-5 дней или неделю. В процессе обработки, как и раньше, осматривайте образцы, вымыв и высушив их.

На стадии полирования не удастся устранить ошибки, допущенные при обдирке. Если после нескольких дней полирования осмотр камней покажет, что они все еще имеют матовый блеск или покрыты мелкими углублениями, это означает, что время второй обдирки было недостаточным. В этом случае камни лучше вернуть на обработку, чем напрасно тратить время на их полирование.

Практические советы по галтовке

Все, что вы делаете, записывайте в журнал операций галтовки. Записи должны содержать сведения о массе и размере всех используемых материалов, типе материала, абразивах, полирующих агентах и наполнителях и, разумеется, о продолжительности

каждого этапа обработки.

Камни с грубой и грязной поверхностью, такие, как агатовые миндалины, можно предварительно отгалтовать с чистым песком и водой. Добавив в воду антифриз, галтовку можно проводить зимой вне помещения.

В промежутках между операциями всегда следует тщательно чистить барабан и крышку.

После первой обдирки удалите камни с браком и камни, требующие дополнительной обработки. Последние отложите для обдирки со следующей партией. То же самое сделайте после второй обдирки и после полирования. Удаляйте также камни с глубокими полостями, поскольку они будут загрязнять полировальную смесь абразивным порошком.

Вибрационные станки

Эти станки также называют галтовочными, хотя по принципу действия они отличаются от галтовочных барабанов. Вместо скольжения камней относительно друг друга, что характерно для обычных галтовочных барабанов, здесь происходит их вибрация. При этом определенная форма контейнера, который кажется неподвижным, обеспечивает «циркуляцию» камней. В результате каждый кусок обрабатываемого материала часто меняет свое положение, вибрирует и трется о своих «соседей».

Существуют два способа создания вибрации. Простейший из них - механический, т.е. вибрация создается эксцентриковым валом, вращающимся от электродвигателя. Более сложным является устройство, в котором создается электромагнитная вибрация, обеспечивающая значительно большее число колебаний в минуту и поэтому более эффективная по своему абразивному воздействию.

Одним из важных преимуществ таких станков является доступность обрабатываемого материала для наблюдения. Вместе с тем, если их оставить на какое-то время без внимания, то из-за сильного испарения воды содержимое превратится в грязь или может совершенно высохнуть. Для получения наилучших результатов следует тщательно соблюдать инструкции завода-изготовителя.

Глава 3.

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ТИПОВЫХ ИЗДЕЛИЙ

Технологический процесс изготовления художественных изделий из цветного камня состоит из следующих основных операций:

- заготовительные операции;
- сверление;
- формообразование (подбивка);
- чистое шлифование;
- финишные операции.

Заготовительные операции - подготовка сырья для дальнейшей обработки.

Сверление применяется для получения цилиндрических заготовок или отверстий и углублений.

Формообразование (подбивка заготовок) придает заготовке приближенную форму будущего изделия с припуском на дальнейшую обработку.

Чистовое (чистое) шлифование - выравнивание поверхности и подготовка ее к доводке и полированию.

Финишные операции придают изделию товарный вид.

Существуют три основных типа производства: единичное (индивидуальное),

серийное и массовое. В зависимости от типа производства строится и технологический процесс.

В единичном производстве каждое изделие изготавливается единицами, причем эти изделия не повторяются или повторяются редко. Для их изготовления применяют универсальные станки, серийный инструмент, универсальный измерительный инструмент и универсальные приспособления.

Серийное производство характеризуется изготовлением одинаковых изделий партиями или сериями. В зависимости от размера партии различают мелкосерийное, серийное и крупносерийное производство. В этом случае уменьшается количество универсального оборудования и увеличивается количество специального.

Массовое производство характеризуется большим количеством изготавливаемых деталей, что позволяет на каждом рабочем месте выполнять только одну постоянно повторяемую операцию. Станки применяются главным образом узкоспециализированные для выполнения конкретных операций. Приспособления и инструмент предназначаются только для выполнения определенной операции, однородных деталей.

Изготовление художественных изделий из цветного камня относится к серийному и индивидуальному типам производства.

3.1. Значки и броши

Простые значки и брошки. Между этими простыми изделиями никакой принципиальной границы нет. Если поделку наденет мальчик, то ее можно считать значком, если девочка, - брошкой.

Значок-брошка представляет собой тонкую отполированную пластинку, вырезанную из какого-нибудь рисунчатого цветного камня, например, агата, яшмы, малахита или любого другого, но яркого и привлекательного, наклеенного на готовую подложку с приспособлением для крепления к одежде. В качестве такой подложки можно использовать какой-нибудь старый значок подходящего размера.

Форма каменной пластинки может быть любой. Для строгих значков более подходят правильные геометрические фигуры: прямоугольники, квадраты, ромбы. Для брошек же, наоборот, следует выбирать неправильные формы. На рис. 8 показаны различные конфигурации накладных пластинок для брошек и значков.

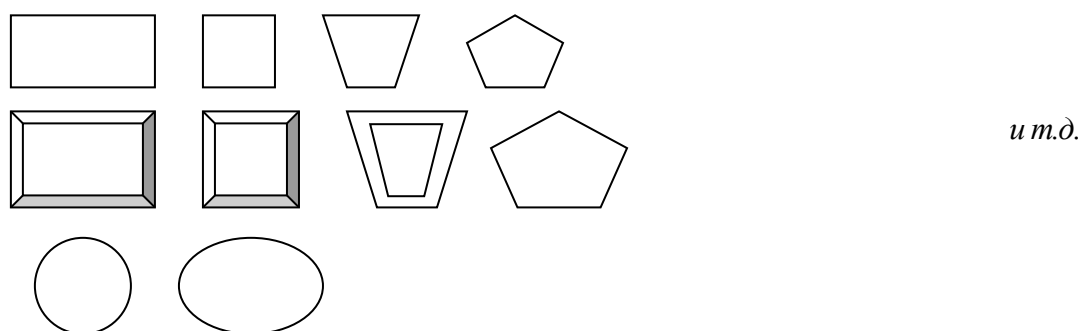


Рис. 8. Конфигурация каменных пластинок для значков и брошей.

Поверхность пластинки можно оставить плоской, но более эффектно она будет выглядеть с заovalенными, округленными кромками или со снятыми по краям фасками. Фаской в технологии обработки любых твердых материалов называют скошенный под углом край. Угол наклона фаски к полированной поверхности камня следует выбирать в пределах 30-45 градусов. Кроме того, фаски не только придают изделию законченный вид, но и облегчают полировку камня. Камень с острыми кромками (без фасок) следует полировать более осторожно, так как в таком случае существует повышенная опасность «задира» материала полировального круга, «вырывания» почти готовой поделки из рук и в итоге - ее поломки. Наличие же фасок исключает такую неприятность.

Наклеивать каменную пластину на подложку лучше всего клеем БФ-2. Он позволяет при надобности (допустим, при поломке на подложке крепежной иголки или крючка) легко разъединить детали путем их нагревания.

Размеры значков-брошек могут быть любыми, но предпочтение следует отдавать все же наиболее распространенным, величиной примерно 2*3 сантиметра. Слишком маленькие значки-брошки не «вписываются» в одежду, незаметны, большие же изделия, напротив, бросаются в глаза и зачастую выглядят грубыми и тяжеловесными.

Аппликацией (от латинского слова «*аппликацио*» - прикладывание) называется способ создания художественных произведений путем нанесения на основу накладных элементов - украшений. При этом совершенно не имеет значения, какова природная вещественность основы и накладных элементов. Это может быть мех, ткань, дерево, металл, камень.

В значках и брошках с накладными элементами основой служит каменная пластина, а украшениями - различные фигурки, вырезанные из металлической фольги или камня. Для облегчения вырезания камни желательно брать мягких сортов. Ведь создавая ту или иную картину, природа нередко забывает нанести маленький, вроде бы совсем непримечательный штрих. На самом же деле он часто выступает в роли той «изюминки», без которой пейзаж кажется пустым и незавершенным. Таким заключительным штрихом может быть силуэт летящей птицы, дерева, фигурки человека или животного.

Поделки с аппликациями, выполненными из камня, более сложны и трудоемки в изготовлении. Для примера рассмотрим изготовление «геологического» значка-брошки. Такие значки можно сделать в память о каких-либо школьных событиях: проведении массового геологического похода или туристического путешествия по родному краю.

Значок состоит из основания, опоры, наклеенных на готовую металлическую подложку, геологического молотка с рукояткой и «глыбы» ценного красивого камня, например, малахита.

Основание в виде прямоугольной пластинки размером 3*2 см и толщиной 2-3 мм вырежьте из пейзажной яшмы. Наиболее подходящим для такого значка следует считать «горный пейзаж», например, картины с горами - один из наиболее распространенных. Кромки пластинки слегка округляются. Прямоугольность углов основания выверяется по слесарному угольнику-шаблону. Такой инструмент позволяет контролировать прямоугольность как внутренних, так и наружных углов. В практике камнереза он служит постоянным, надежным и точным помощником. Затем основание полируется до зеркального блеска.

Опора вырезается из темного камня по длине основания и толщиной несколько больше его (примерно на один миллиметр). Ширина опоры может быть в пределах 3-4 мм. С кромки, прилегающей к основанию, снимите небольшую фаску. Полировать опору в целях лучшего обеспечения сохранности лучше всего после подклейки ее к основанию и подложке.

Геологический молоток и рукоятку можно изготовить из мягких камней, например, селенита или волокнистого офита, причем длину этих предметов надо располагать по направлению волокнистости.

Однако лучшим материалом молотка и рукоятки следует признать нефрит. Из-за своей вязкости он хотя и труднее поддается обработке, зато дает полную уверенность, что при достаточно аккуратном обращении с заготовкой наверняка не расколется.

«Глыба» камня - это тонкая пластина, полированная только с одной стороны. Она имеет неровные, «рваные» края-кромки, которые придают ей сходство с настоящей глыбой или обломком скалы. Нет нужды обязательно точно выдерживать указанный размер «глыбы» и молотка. Однако не стоит ориентироваться и на другую крайность, делая по принципу «как получится». После изготовления деталей значка приступайте к его сборке - склеиванию эпоксидным клеем. Выступающие из-под деталей излишки клея уберите ветошью, смоченной в ацетоне.

3.2. Картины-пейзажи

Эти пейзажи навечно «написаны» невыцветающими красками самой природы. Задача камнереза состоит в том, чтобы заметить их, раскрыть и выставить для всеобщего обозрения. Для этого нужно совсем немного: разрезать камень, отшлифовать, отполировать его, подровнять кромки и при достаточном навыке и опыте вставить картину в рамку.

По толщине пластинка картины может быть любой. Однако не стоит ее делать чрезмерно тонкой. Чем тоньше пластина, тем больше опасность, что при обработке она может сломаться. Для наиболее распространенного размера картин - примерно 7*10 см - толщина камня не должна быть меньше 5 мм.

Технология изготовления картин довольно проста. Прямоугольность их выверяется по шаблону-угольнику, а толщина - штангенциркулем.

Намного труднее вставить картину в раму. Рамка изготавливается из узких пластинок-брусков, вырезанных по толщине картины из однотонной темноцветной яшмы. Самое сложное - стыковка концов реек рамки. Обычно она производится под углом 45 градусов. Чем тоньше, незаметнее шов между сопрягающимися рейками и самой картиной, тем лучше. Возможно, с первого раза рама может не получиться такой, какой бы ее хотелось видеть. Однако отчаиваться не стоит, помня, что терпенье и труд все перетрут.

3.3. Шкатулки

Они могут быть самой разнообразной формы, размеров и сложности изготовления. Для примера рассмотрим две простые конструкции: в форме сундучка и книги.

Шкатулка-сундучок. Шкатулка (рис. 9) состоит из накладной крышки 1, днища 2, стенок 3 и боковых стенок 4. Эти детали вырезают в форме строго прямоугольных пластинок одинаковой толщины. Правда, заготовку для крышки следует сделать несколько толще остальных, чтобы в дальнейшем ей можно было придать выпуклую форму. В первых опытах по изготовлению шкатулок предпочтительнее использовать мягкие камни (или средней твердости) - серпентинит, офиокальцит, лиственит, мрамор и др. Только после приобретения некоторых навыков переходите к более твердым породам - родониту, яшме, письменному граниту.

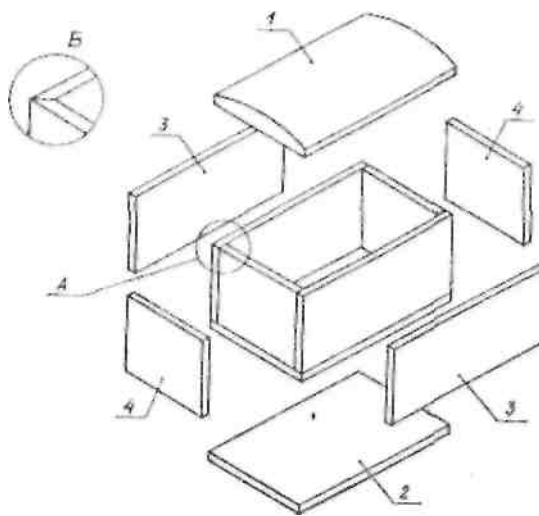


Рис. 9. Шкатулка с простейшим соединением стенок и днища «впритык»

Склеивают шкатулки эпоксидным клеем. Для облегчения работы изготовьте

деревянный брусок-шаблон, размеры которого должны строго соответствовать внутренней части шкатулки. Соединять стенку проще всего «впритык» под прямым углом так, чтобы швы между пластинками располагались на боковых стенках (А на рис. 9). Но намного красивее выглядит шкатулка, у которой стенки соединены между собой под углом 45 градусов (Б на рис. 9). В этом случае соединительные швы приходятся на углы и при тщательном изготовлении почти совсем незаметны.

Чтобы избавиться от швов на стенках, можно применить в качестве соединительных элементов одинаковые по размерам квадратные в сечении столбики-стойки. Вырежьте их из другого по цвету камня и расположите по углам шкатулки (рис. 10).

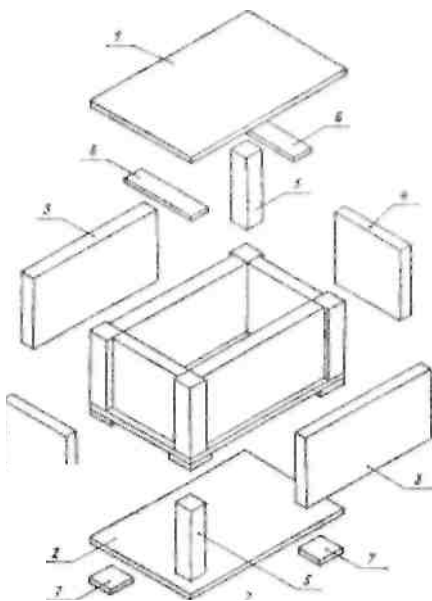


Рис.10. Шкатулка со стенками, соединенными при помощи столбиков (общий вид - в центре - и детали): 1 - крышка; 2 - днище (детали 1 и 2, одинаковые по размерам); 3 - стенки (2 шт.); 4 - стенки боковые (2 шт.); 5 - столбики угловые (4 шт.); 6 - направляющие крышки (2 шт.); 7 - ножки (4 шт.)

Полировать шкатулку можно отдельно - подетально, или уже в готовом виде, если шкатулка не имеет выступающих элементов.

К крышке с нижней стороны подклеивают фиксирующую каменную пластинку размером, немного меньшим внутренней части шкатулки. После окончания сборки изделия шкатулку изнутри обклеивают плотной тканью или толстой декоративной «бархатной» бумагой. Иногда вместо одной фиксирующей пластинки по углам крышки наклеивают две или четыре маленькие.

Шкатулка-книга. Как и всякая книга, шкатулка состоит из «переплета», «страниц» и «корешка» (рис. 11). Для «переплета» вырезают две одинаковые пластины, желательно от одного и того же камня, с одинаковым рисунком, в качестве которого может быть использован серпентинит, родонит или яшма. «Страницы» собираются из трех пластинок, вырезанных из светлого полосчатого камня, например, мрамора. Соединять эти пластинки между собой лучше всего под углом в 45 градусов, чтобы соединительные швы были как можно меньше заметны. Для «корешка» можно взять полосчатый офиокальцит, причем заготовку вырезайте так, чтобы полосы располагались поперек корешка, а не вдоль.

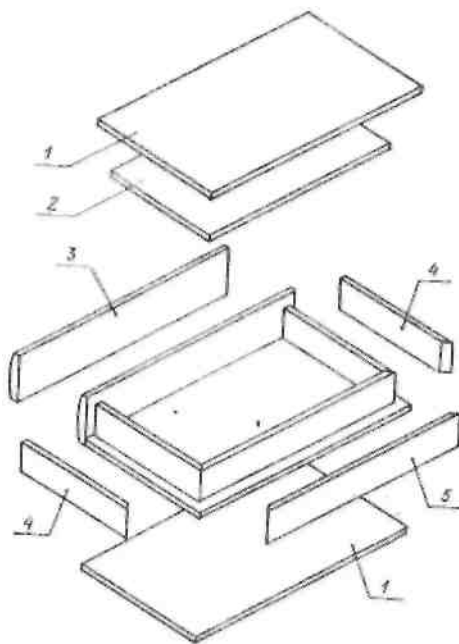


Рис.11. Шкатулка-книга: 1 - "корочки" (2 шт.); 2 - направляющая крышки (приклеивается к детали 1); 3 - "корешок"; 4 - боковые стенки ("страницы"); 5 - передняя стенка.

Склеивают шкатулку-книгу эпоксидным клеем.

3.4. Вазы

Технологический процесс механической обработки вазы с наружным диаметром 60 мм, высотой 100 мм, внутренним диаметром 25 мм и глубиной 80 мм состоит из следующих операций (рис.12).

Предварительная резка. Разрезать глыбу на плиты толщиной 104 мм на камнерезном станке алмазным кругом АОК диаметром 400 мм.

Разметочная. Разметить плиты под сверление на штучные заготовки.

Сверлильная. Операция состоит из двух переходов:

- 1) сверление отверстия диаметром 25 мм на глубину 81 мм;
- 2) высверливание заготовки диаметром 62 мм из плиты толщиной 104 мм.

Операцию выполняют на сверлильном станке. Сверла полые алмазные диаметром 25 и 62 мм. Операцию можно выполнять на обычных сверлильных станках с применением насадки для внутришпиндельного охлаждения.

Снять заготовку и выбить керн.

Шлифовальная 1-я. Обработать дно диаметром 25 мм на модернизированном токарном станке алмазной цилиндрической головкой АГЦ диаметром 16 мм, зернистостью А40 на металлической связке.

После этой операции заготовку наклеивают на специальную оправку, диаметр и длина которой должны соответствовать размерам углубления вазы.

Шлифовальная 2-я. Обработка ведется на том же станке. Эта операция состоит из трех переходов:

- 1) предварительная обработка наружной поверхности плоским алмазным кругом с двусторонним коническим профилем А2П диаметром 100 мм и зернистостью А40;
- 2) чистовая обработка наружной поверхности по копиру с припуском 0,3 мм на сторону под окончательную обработку;
- 3) окончательная обработка наружной поверхности по копиру алмазным плоским кругом с полукругло-выпуклым профилем А5П диаметром 100 мм, зернистостью М28.

Доводочная. Обработать наружную поверхность по копиру щеткой диаметром 170 мм с алмазной пастой АСМ 20/14 на полуавтомате «Блеск».

Полировальная. Полировать на полуавтомате «Блеск» наружную поверхность вазы войлочным кругом с применением водного раствора окиси хрома - суспензии. Режимы работы такие же, как при доводке.

Отклеить изделие с оправки и промыть.

3.5. Шариковые ручки

Типовой технологический процесс изготовления шариковых авторучек (рис. 13, а) из цветного камня твердостью 5-7 по шкале Мооса разработан на основе современных методов обработки цветного камня - скоростном шлифовании на полуавтомате и на модернизированном токарном станке. Процесс состоит из следующих операций.

Заготовительная. Разрезать камень на пластины, выдерживая размеры деталей ручки Н, D, K, G (рис. 13, б, в, г). Операцию выполняют на камнерезном станке алмазным кругом АОК-320.

Сверлильная. Операция состоит из четырех переходов: 1) сверление из пластин цилиндрических заготовок диаметром D и D₁; 2) сверление сквозного отверстия в детали диаметром d₁; 3) сверление глухого отверстия в детали диаметром d; 4) выбивание керна из глухого отверстия.

Операцию выполняют на сверлильном станке сверлом соответствующего диаметра или на металлорежущих сверлильных станках с насадкой для внутришпиндельного охлаждения.

Шлифовальная 1-я. Операция состоит из трех переходов: 1) шлифование торцов деталей а и г (см. рис. 13); 2) шлифование фаски σ; 3) шлифование торцов детали в.

Операцию бескопирного шлифования выполняют на планшайбе. Сборочная 1-я. Операция состоит из трех переходов:

- 1) сборка и склеивание центральной части 5 (см. рис. 13, а) шариковой ручки, как показано на рис. 14;
- 2) сборка ручки и вклейка металлической трубки 2 (см. рис. 13);
- 3) наклейка технологического центра 1 (рис. 15).

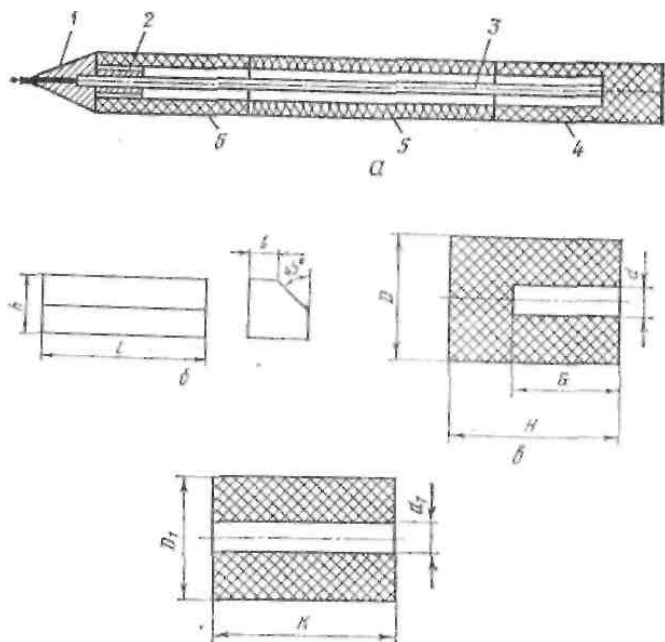


Рис. 13. Шариковая авторучка: а - устройство ручки; б, в, г - детали: 1 - наконечник; 2 - трубка металлическая; 3 - пишущий узел; 4 - затылочек; 5 - центральная часть; 6 - переходник.

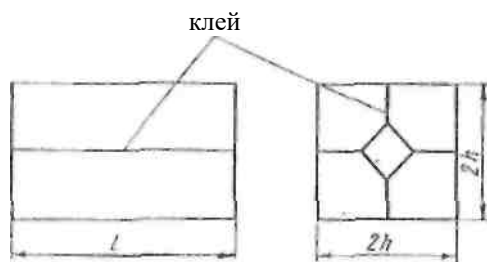


Рис. 14. Сборка центральной ручки.

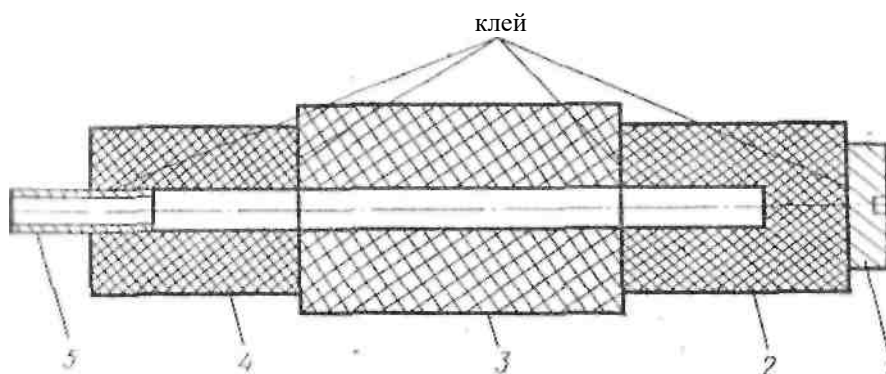


Рис. 15. Общая сборка ручки: 1 – центр технологический; 2 – затылочек; 3 – центральная часть; 4 – переходник; 5 – трубка металлическая.

Шлифовальная 2-я. Шлифовать наружную поверхность ручки по копиру. Операцию выполняют на модернизированном токарном станке алмазным кругом А2П диаметром 100 мм, зернистостью А40.

Финишная. Операция состоит из переходов и полирования на универсальной бабке.

Доводка карбидом кремния 12, полирование - окисью хрома (суспензией). Операцию выполняют на универсальной бабке.

Сборочная 2-я. Окончательная сборка шариковой ручки - вставка пишущего узла 3 (см. рис. 13) и наконечника 1.

3.6. Пепельницы

Технологический процесс изготовления круглой пепельницы (рис. 16) состоит из следующих операций.

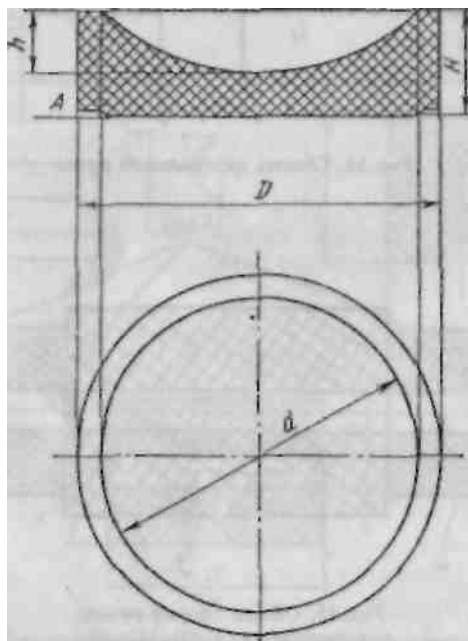


Рис. 16. Круглая пепельница.

Заготовительная. Разрезание глыбы камня на плиты толщиной H с припуском на дальнейшую обработку. Резку осуществляют на камнерезных станках алмазным кругом АОК диаметром 400 мм.

Разметочная. Разметка плиты под сверление на штучные заготовки.

Сверлильная. Высверливание заготовки диаметром с припуском на дальнейшую обработку. Операция выполняется на сверлильном станке алмазным пустотелым сверлом.

Шлифовальная 1-я. Операция состоит из трех переходов: 1) предварительное шлифование наружной поверхности по копиру алмазным кругом А2П зернистостью А40 на металлической связке; 2) чистое шлифование наружной поверхности аналогично предыдущему; 3) окончательное шлифование наружной поверхности по копиру производится алмазным кругом с зернистостью М28; операцию выполняют на модернизированном токарном станке.

Шлифовальная 2-я. Образование сферической полости диаметром d и глубиной h . Операция выполняется за два перехода:

1. Предварительная обработка полости алмазным кругом А1П с углом профиля 45 град., зернистостью А40 на металлической связке. Операцию выполняют на полуавтомате ШАСК-70. Величина снимаемого слоя 1-5 мм.

2. Чистовое шлифование сферической полости производится кругом зернистостью М28.

Доводочная. Доводка наружной поверхности и сферической полости по копиру. Операцию выполняют на полуавтомате «Блеск» щетками с алмазной пастой АСМ 20/14.

Полировальная. Полирование наружной и внутренней полости изделия. Операцию выполняют на полуавтомате «Блеск» войлочным кругом с увлажненной окисью хрома (суспензией).

3.7. Изготовление вставок

Типовой технологический процесс изготовления вставок рассмотрим на примере изготовления вставки для кулона (рис. 17). После выбора камня его разрезают на пластины толщиной $5+0,5$ мм и размечают для получения штучной заготовки. В зависимости от применяемого камня размер заготовки с учетом припуска на дальнейшую обработку определяет технолог. Размеченную пластину разрезают на заготовки, которые затем наклеивают на металлическую плиту размером $200 \times 200 \times 8$ мм и шлифуют

(калибруют) на чугунной планшайбе.

После промывки водой заготовки расклеивают, т.е. снимают пинцетом с металлической плиты, предварительно нагрев ее на электроплитке. Тщательно промытые заготовки кипятят в 20%-ном растворе кальцинированной соды, после чего еще раз промывают водой и сушат. Сухие заготовки склеивают в столбики по 25 штук в каждом для обработки по форме. Столбики сначала шлифуют (калибруют) на плоскошлифовальном станке на чугунной планшайбе водной суспензией с карбидом кремния 12. После этой операции заготовки получают форму овала. На следующей стадии полирование производят электрокорундом зернистостью 5, а затем шлифпорошком М28. Заготовки обрабатывают до требуемого размера.

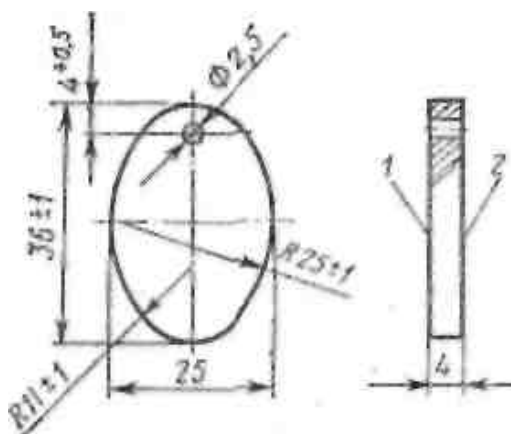


Рис. 17. Вставка для кулона

После этого столбики полируют на войлочной планшайбе суспензией из окиси хрома, затем снова расклеивают, и после тщательной промывки заготовки наклеивают на металлическую плиту полированной поверхностью для обработки другой плоскости.

После шлифования второй плоскости заготовки вновь переклеивают, но на металлическую плиту наклеивают уже ранее отполированной поверхностью.

Шлифование и полирование плоскостей чаще всего производят на плоскошлифовальных станках: шлифование - на чугунной планшайбе с суспензией из карбида кремния или электрокорунда с водой, полирование - на войлочном круге с суспензией из окиси хрома. Затем на чугунной планшайбе шлифуют острые кромки плоскостей 1 и 2, т.е. края заготовки притупляют по контуру под радиус 0,5 мм.

Последней технологической операцией является сверление отверстий диаметром $1+0,5$ мм на будущих кулонах (предварительно эти отверстия должны быть отмечены латунным карандашом).

Сверление осуществляется на ультразвуковом станке, предназначенном для размерной обработки неметаллических материалов. Готовые кулоны промывают и обезжиривают в спирте.

При изготовлении вставок в большом количестве операции шлифования целесообразно производить на плоскошлифовальном станке алмазным инструментом, а полирование - на полуавтомате «Блеск» щетками с алмазной пастой или войлочными кругами с окисью хрома.

После каждой операции или смены абразивного материала изделия промывают теплой водой.

После снятия изделий с металлических оправок или плит, после обычной промывки изделия из цветного камня нужно прокипятить в 20%-ном растворе кальцинированной соды. Затем изделие сушат. Склеивание, промывку и сушку производят в вытяжных шкафах.

3.8. Изготовление мозаики

Изготовление мозаичных изделий из цветного камня включает в себя следующие основные операции:

- выполнение акварельного рисунка или макета (в зависимости от характера мозаики);
- разбивку рисунка или макета на отдельные элементы мозаики;
- подбор цветного камня;
- разметку каменных плиток на заготовки;
- резку заготовок;
- формообразование заготовок;
- соединение отдельных деталей элемента мозаики;
- соединение всех элементов в общую композицию, согласно акварельному рисунку или макету;
- шлифовку и полировку мозаичного изделия.

Флорентийская мозаика. При изготовлении флорентийской мозаики каждый акварельный рисунок автор композиции мозаики или мастер-исполнитель разбивает на небольшие части-элементы, которые в свою очередь состоят из деталей (кусочков камня разных форм и размеров).

Элементы мозаики могут изготавливать разные мастера или рабочие. Получив рисунок своей части мозаики-элемента и контурные шаблоны, мастер должен вырезать из шифера пластинку по контуру рисунка детали с какой-либо наружной стороны, откуда он предполагает начать работу, и уже после этого приступить к подбору нужных по цвету плиток камня.

По шаблону контур элемента переносится на каменную плитку, тон которой должен соответствовать рисунку художника. Разметку производят медным карандашом и покрывают прозрачным лаком (чтобы не стерся след карандаша).

Отрезав алмазным кругом нужную часть плитки, ее шлифуют строго по шаблону до требуемых размеров. Подготовленную первую каменную пластинку (деталь мозаики) притирают абразивом к пластинке из шифера. Когда шов станет плотным и незаметным, каменный кусочек приклеивают мастикой к шиферной пластинке. Так постепенно наращивают деталь за деталью.

Когда элемент мозаики набран, мастер для придания мозаичному элементу большей прочности подливает с обратной стороны слой гипса. Лицевая сторона мозаики должна быть ровной без впадин и бугров.

Горизонтальность плоскости проверяют металлической линейкой.

Выровняв одну сторону элемента и подшлифовав лицевую сторону, осторожно выравнивают нижнюю сторону мозаики. Для этого необходимо постепенно стирать гипс и подшлифовывать элемент с нижней стороны до тех пор, пока плитка всего элемента (детали) не приобретет ровную поверхность.

На хорошо выровненную нижнюю сторону наклеивают уже постоянную плитку-основу. Основу обтачивают по контуру элемента, после чего элемент считается окончанным. По окончании набора элемента шиферную пластинку убирают.

Когда все элементы будут набраны, приступают к сборке их в одну картину в соответствии с акварельным рисунком.

Все части мозаики пришлифовывают друг к другу и склеивают между собой. При склейке каменные пластинки укладывают лицевой стороной вниз на стекло. Между стеклом и камнем рекомендуется положить лист кальки, чтобы предотвратить их склеивание. Затем мозаику равняют, окончательно шлифуют и полируют. Среди множества плиток мастер-художник должен найти те единственные, подходящие по цвету и оттенкам, которые соответствовали бы художественному замыслу автора. Мозаичная картина может состоять из многих десятков, и иногда многих сотен отдельных пластин разных форм, которые так тщательно должны быть подогнаны друг к другу, чтобы создалось впечатление, что мозаика выполнена из одного куска.

В настоящее время, как и прежде, основную работу по флорентийской мозаике выполняют на универсальной бабке и плоскошлифовальном станке, но уже с абразивно-алмазным инструментом и карбидом кремния. Для шлифования применяют электрокорунд. Элементы мозаики обычно склеивают эпоксидным клеем. Выравнивание, шлифование, финишную обработку (полирование алмазной пастой или окисью хрома) производят тогда, когда мозаичное панно-картина уже полностью набрано.

Римская мозаика. В недалеком прошлом, а иногда и в настоящее время (особенно при изготовлении мозаики из смальты), для закрепления заготовок изготавливалось ложе из гипсового (известкового) грунта, который наносился на твердое основание - участок пола, стены и т.п. Когда цветную мозаику врезали в каменную плиту, дно для каждой выемки, предназначенной для закрепления цветного камня или смальты, покрывали цементирующим грунтом. Классическими образцами римских мозаик, выполненных подобным образом, является находящаяся в Государственном Эрмитаже «Триумфальная арка» (1800 г.) работы известного итальянского мастера Джакомо Рафаэлли. Мозаика выполнена из цветных камней и смальты, колонны и пилястры по сторонам арки - из яшмы. Стены из белого мрамора украшены вставками из лазурита, малахита и гранита, постамент - из красного мрамора с лабрадоритом, панно - из цветной смальты с изображением военных успехов.

Для римской мозаики точность размеров и форм заготовок не имеют особого значения. Нарезанные из разных пород камни сортируют по цвету и тону и размещают в специальной таре - коробке, разделенной на ячейки, являющиеся своеобразной палитрой.

Для основы мозаики можно использовать текстолит, гетинакс толщиной 6-8 мм, камень средних пород и другие материалы. На подготовленную основу наносят контуры рисунка, который затем делят на участки-элементы. Рассчитывают площадь каждого элемента и необходимое количество каменных заготовок. В соответствии с акварельными зарисовками заготовки, строго подобранные по цвету и тональности, наклеивают на основу. Для наклейки иногда применяется pulverбакелит, разведенный в спирте до сметанообразной консистенции, который «схватывается» в течение 1,5-2 месяцев, что дает возможность исполнителю в процессе бакелизации внести коррективы и в рисунок, а при необходимости даже заменить камень. Набранная мозаичная картина сохнет 1,5-2 мес. при комнатной температуре, после чего весь мозаичный набор подвергают шлифовке.

При необходимости время «схватывания» заготовок может быть сокращено за счет термического режима (нагревания при температуре 40 °C). Каменные заготовки можно успешно склеивать и другими клеящими материалами, в том числе клеем на основе эпоксидной смолы.

Шлифовку производят чугуном притиром с карбидом бора N 320 или карбидом кремния 12, затем электрокорундом M14, M7, M5. Плоскостность проверяют металлической линейкой, качество - визуально. После шлифовки, как обычно, производят доводку курантом из халцедона с алмазной водостойкой пастой и полируют зеленым крокусом.

После смены абразива, как и при любой обработке камня, обрабатываемую поверхность тщательно промывают водой. Готовую картину ставят под груз, так как от воды, применяемой при обработке, основу может «повести».

Даже короткое изложение технологии изготовления мозаичных картин дает представление о требованиях к исполнителю, о достаточно трудоемкой работе, требующей, кроме всех других качеств, необходимых художнику, большого терпения.

На специализированных промышленных предприятиях, изготавливающих изделия из цветного камня, успешно может применяться групповой метод обработки деталей для римской мозаики. Шлифовка для каменных заготовок может выполняться на любом плоскошлифовальном станке с абразивной суспензией из карбида кремния и электрокорунда или алмазно-абразивным инструментом на металлообрабатывающем

плоскошлифовальном станке. Сюжеты и размеры изделий с римской мозаикой могут быть различными - от ювелирных украшений до монументальных произведений прикладного искусства. Для римской мозаики успешно могут быть использованы отходы каменного сырья при изготовлении крупных изделий из цветного камня.

Русская мозаика. Этот вид мозаики предусматривает предварительное изготовление основы точно по форме будущего декоративного изделия из средних пород камня (мрамора, змеевика) или металла, шифера, гипса. Основу облицовывают тонкими пластинками цветного камня, чаще всего малахита, лазурита и яшмы. Отдельные пластинки по цвету и природному рисунку должны быть подобраны так, чтобы получить полное впечатление монолита.

Мозаика на сферических плоскостях - достаточно трудоемкий процесс. Каменные пластинки для мозаики первоначально изготавливают на шлифовальных станках или на универсальных бабках профильными абразивными кругами из карбида кремния. Затем пластинки притирают друг к другу, после чего наклеивают на основу.

При русской мозаике, как и при флорентийской, шлифование и полирование производят, когда картина уже набрана. Мастика для склеивания состоит из канифоли, воска, шеллака и пыли того камня, из которого выполняется мозаика. Могут применяться и другие мастики, обладающие прочностью схватывания и температурой размягчения не ниже 45 С. В последнее время успешно применяется эпоксидный клей.

Самой сложной является мозаика из малахита. Набор малахитовых изделий соответственно сортам малахита ведется тремя основными способами: «клеямами», «со щепением», «рытым бархатом».

При наборе «клеямами» пластинки малахита набирают сначала в отдельные узоры, чаще всего концентрические, с плотно подогнанными швами, не оставляющими пустот. Затем пространство между набранными узорами заполняют кусочками малахита с нейтральным рисунком. Для этого набора обычно используют малахит высокого качества, не имеющий изъянов и пустот.

Для набора «со щепением» можно использовать малахит более низкого качества, с пустотами. Мозаику набирают так же, как и в первом случае, т.е. пластинки подбирают по рисунку, но допускается неплотная подгонка швов. Пустоты и швы заполняют малахитовой щебенкой с мастикой.

При наборе «рыхлым бархатом» можно использовать разные по качеству и рисунку мелкие пластинки, которые не годятся для других видов набора. Пластинки малахита наклеивают не плотно, а на некотором расстоянии друг от друга. Пространства между ними заполняются щебенкой из мелких кусочков малахита с мастикой.

После выполнения каждого из перечисленных наборов все швы подвергают повторной шпательной обработке, которую производят и после выравнивания, а также после полирования набора.

Особенно трудным является набор «плисового» или «атласного» малахита из-за небольшой механической прочности этих сортов малахита.

Русская мозаика требует большого мастерства и исключительного терпения. Этим способом выполняют вазы, колонны, чаши с закругленной поверхностью и с рельефным орнаментом.

Разновидностью данной мозаики, как указывалось выше, является объемная мозаика, часто представляющая собой трехмерную скульптуру. Она предусматривает создание цельного произведения из одного или различных камней. Выполнение объемной мозаики всегда включает резьбу, придающую ей выразительность.

При изготовлении накладной мозаики небольших размеров для декоративного оформления изделий из камня (шкатулок, коробочек и др.), например, веток с цветами или ягодами, каждую отдельную деталь прорисовывают, производят лепку, а для контроля детали мозаики во время работы изготавливают контршаблон.

При создании скульптуры методом объемной мозаики, кроме лепки всей

скульптуры, производят лепку отдельных деталей и прорисовку их в акварели или цветными карандашами. Конечно, при изготовлении художественных произведений из камня, так же, как и при создании любых произведений искусства, каждый мастер имеет свои лично ему присущие приемы подготовки и изготовления изделий.

Это, естественно, не возбраняется, но является обязательным, чтобы автор, если он не единственный исполнитель, участвовал в подборе цветного камня, его разметке для резки заготовок, определял элементы (детали) для выполнения объемной мозаики и осуществлял авторский надзор.

Обработку (изготовление) каждой детали мозаики производят в основном на универсальной бабке, которая должна быть оснащена необходимыми приспособлениями (фланцами, патронами различных конструкций, насадками) и инструментом. Как уже говорилось выше, для обработки элементов на универсальной бабке, в том числе и для мозаики, все шире применяется абразивно-алмазный инструмент. Характеристику алмазных и абразивных инструментов (зернистость, твердость круга и другие параметры) определяет технолог в зависимости от обрабатываемого камня и стадии обработки. Доводку, а иногда и полирование производят алмазной пастой и окисью хрома.

Детали для изделия из мозаики обрабатывают на плоскошлифовальных станках на чугунных, абразивных или войлочных кругах в зависимости от характера операции. В объемной мозаике обязательно применяется художественная резьба (проработка прожилок листьев, лепестков, ягод, одежды, лиц и др.), от которой зависит выразительность объемного изделия. Элементы объемной мозаики склеивают эпоксидным клеем.

Для выполнения объемной мозаики из плоских пластин различных геометрических форм необходимо предварительно изготовить макет будущего изделия в натуральную величину. Его можно сделать из картона, плотной бумаги или других, удобных для этой цели материалов. Макет раскрашивают под цвет выбранного цветного камня, именно на нем уточняют цветовую гамму каменных пластин (плиток), их геометрическую форму и размеры и необходимое количество.

Каждый геометрический элемент переносят на картон или пластик, которые играют роль шаблона при разметке заготовок на камне и при их подгонке. Несколько отшлифованных и отполированных смежных пластин (плиток) склеивают эпоксидным клеем в элемент мозаики, затем все элементы склеиваются в соответствии с макетом.

Технология изготовления объемной мозаики типа ваз, бра, шкатулок (без подложек) и других подобных изделий может быть и другой. Это решается на этапе создания макета. Каждую сторону объемного изделия можно набрать отдельно, а затем их склеить. Другой технологический прием сводится к мозаичному набору на плоскости в виде флорентийской мозаики. Затем весь мозаичный набор заливается мастикой, после этого в соответствии с эскизом разрезается по швам абразивно-алмазным кругом. Отполировав внутреннюю сторону будущего изделия, швы склеивают, достигая незаметного перехода от грани к грани и, что самое важное, сохраняя рисунок мозаики.

Этим методом можно изготавливать настенные бра, фонари, вазы и другие объемные мозаичные изделия, но только индивидуальные или малосерийные изделия. Объемные изделия из плиток серийного выпуска следует изготавливать групповым методом обработки, и это следует учитывать уже при разметке по шаблону заранее подготовленных плит из цветного камня. После разметки серии плитки разрезают на станке типа СРК-400, круглый поворотный стол которого позволяет разрезать плитки разных геометрических форм. Затем мозаичные детали склеивают.

Групповое шлифование можно осуществлять на любом плоскошлифовальном станке, лучше всего на станке типа ЗБ75, абразивно-алмазным инструментом.

Окончательное шлифование и полирование серии изделий также можно производить групповым методом. Групповой метод изготовления мозаичных изделий достаточно перспективен для определенной группы изделий из плоскостных плиток разной геометрической формы. Этот метод может значительно увеличить выпуск изделий

из цветного камня для широкого потребителя. Но и здесь многое зависит не только от организации труда, но и от художников, мастеров-камнерезов и технологов.

3.9. Шары и бусины

Среди наиболее привлекательных изделий камнеобработки можно назвать шары из различных ювелирно-поделочных камней. Отшлифованные до совершенной геометрической формы и отполированные до зеркального блеска, они никогда не перестанут восхищать и удивлять нас.

Изготовление шаров, а также бусин не так сложно, как может показаться. Воспользовавшись преимуществом некоторых механических принципов, которые известны уже с давних пор, даже начинающий любитель может добиться удовлетворительных результатов. Ниже описывается технология изготовления шаров, а затем рассматривают вопросы изготовления бусин.

Выпиливание куба

Изготовление шара всегда начинается с выпиливания куба, и предварительная обработка сырья на камнерезном станке заключается прежде всего в получении этого куба. Зажмите камень в камнерезном станке и отпилите одну сторону, с которой будет начинаться дальнейшая обработка. Начертите на этой грани квадрат - ориентир для последующих распилов. Если возможно, зажмите камень в станке таким образом, чтобы при первой распиловке можно было сделать две параллельные грани, расстояние между которыми равнялось бы ребру куба. Если сделать это невозможно, придется спиливать оставшиеся пять граней куба отдельно. При распиловке используйте сделанные на грани куба метки. После распиловки сошлифуйте все выступы.

Кондуктор для распиловки

На рис.18 показано простое, но эффективное устройство, которое существенно упрощает отпиливание ребер куба. Устройство устанавливается в тиски камнерезного станка. Его применение позволяет легко и точно выпилить куб, избегая ухищрений и возможных ошибок. Устройство сделано из бруска любого плотного дерева, на одном конце которого выпилено V-образное углубление с углом точно 90°. В него помещают куб для распиловки, как показано на рис.18. Устройство вставляют на определенное расстояние от тисков, а затем прочно прижимают к их основанию с помощью струбцины. Точная регулировка в боковом направлении осуществляется с помощью винта боковой подачи суппорта. Найдя это положение и опилив куб точно по проведенной по его грани линии, вы уже легко отпилите все остальные ребра куба. Для этого нужно ослабить тиски, повернуть куб, вновь зажать его в тиски и сделать новый распил.

Кубы небольшого размера удобно обрабатывать с помощью двух деревянных брусков с V-образными вырезами, зажимая камень между ними по принципу бельевой прищепки.

Отпиливание ребер куба

Когда куб подготовлен к этой операции, тщательно очистите камень, наложите шаблон на каждую из его граней и проведите вдоль ребер линии, по которым они должны быть отпилены. Для маркировки используйте черную или белую тушь в зависимости от цвета камня. Маркировочные линии защитите слоем шеллака, на который не действует охлаждающая жидкость камнерезного станка.

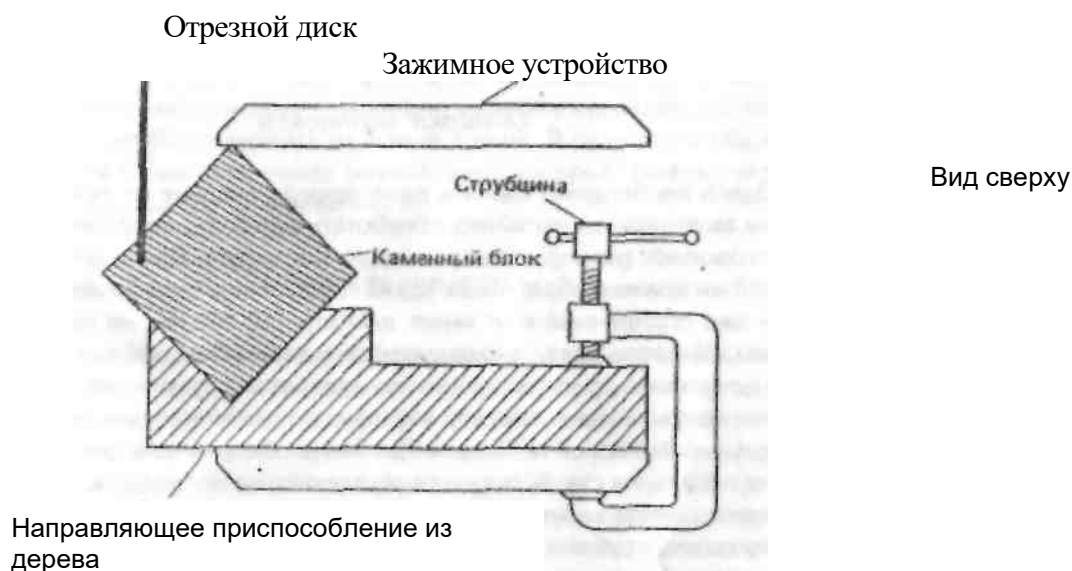


Рис. 18. Деревянный кондуктор для отпиливания заготовок шаров.

Установите куб в кондуктор и зажмите в тиски. Передвигая суппорт ■ поперечном направлении, установите камень таким образом, чтобы отрезной диск располагался снаружи от маркировочной линии, почти касаясь ее. Нужно тщательно следить за тем, чтобы ни в коем случае не зайти за маркировочные линии, в противном случае у опиленного куба один размер будет меньше других, и это потребует в дальнейшем дополнительной обдирки для получения совершенной формы шара. Продольная подача должна осуществляться очень медленно, чтобы наклонная грань куба не отгибала отрезной диск в сторону. Когда надрез будет сделан точно вдоль края линии, медленно продвигайте суппорт вперед, чтобы полностью спилить ребро куба. Теперь ослабьте тиски и поверните камень для отпиливания другого ребра. Если камень представляет собой почти идеальный куб, то никакой дополнительной регулировки суппорта не потребуется.

Первая серия отпилов удаляет узкие трехгранные полоски с четырех параллельных граней куба. Следующая серия отпилов – ребра с перпендикулярных им сторон и, наконец, третья серия – оставшиеся острые выступы. В этот момент на камне можно видеть шесть небольших квадратных плоскостей, соответствующих исходным граням куба, и 12 плоскостей на месте первоначальных ребер куба. Полученный многогранник представляет теперь заготовку шара, готовую к обдирке.

Обдирка заготовки

Здесь необходимо сделать одно предупреждение по поводу обдирки заготовки - не пытайтесь обработать шар большего размера, чем это позволяют размеры вашего обдирочного круга. Шары диаметром 70-100 мм должны обрабатываться на кругах диаметром более 250 мм. Если ваш обдирочный круг имеет диаметр 150-200 мм, не пытайтесь использовать его для обдирки шаров диаметром более 50 мм. Однако иногда в таких случаях можно использовать круги и небольшого диаметра при условии, что шар в процессе обработки будет лежать на специальной опорной площадке. Проблема обдирки тяжелых предметов на маленьких кругах связана с появлением на них выбоин, которые снижают качество круга и могут вызвать растрескивание обрабатываемого камня, особенно если он удерживается руками без использования опорной площадки.

Первым этапом обдирки выступов на опиленной заготовке является шлифование одного набора ребер, параллельных друг другу. На заготовке имеется три таких набора. Начинать можно с любого. Однако перед обдиркой отметьте точно

центр каждой грани куба черным или белым кругом диаметром около 6 мм. Их назначение -напомнить вам, что в этих местах материал отшлифовывать нельзя, иначе вы потеряете направление обработки. Эти метки отражают диаметр будущего шара, и, ориентируясь на них, вы обезопасите себя от нарушения симметрии шара. Покройте каждую метку шеллаком или лаком.

В результате первой обдирки заготовка превратится в цилиндр. Затем обдерите другой набор выступов, пересекающихся с первым, после чего сделайте то же самое с третьим набором. Далее обдирайте все острые углы, пока не получите приблизительную форму шара.

На этой стадии установите на обдирочный станок перед кругом опорную площадку. Если конструкция станка не рассчитана на это, поставьте перед кругом тяжелый блок из дерева или металла в таком положении, чтобы можно было подкатывать шар по его верхней поверхности к кругу и обеспечивать возможность их контакта. Опорную поверхность покройте куском кожи, чтобы шару было легче катиться. Возьмите шар в руки и, придерживая его с противоположных сторон кончиками пальцев, медленно поворачивайте. Прикасайтесь к обдирочному кругу только выступающими местами шара, пока полностью их все не удалите. Положение шара меняйте чаще и не забывайте о метках, чтобы случайно их не сошлифовать. Сильно выступающие места можно специально отметить карандашом, чтобы более удобно было держать их в поле зрения. В результате обдирки получается более или менее ровный шар, который теперь готов к окончательному профилированию.

Полирование шара

Принцип профилирования любого шара показан на рис. 19. Шаровая заготовка помещается между двумя отрезками труб, находящимися-Д углом друг к другу, один из которых удерживается рукой. Нижняя труба навинчена на вал вертикального или горизонтального станка и вращается с небольшой частотой. Делая верхней трубой вращательные движения по поверхности шара и в то же время заставляя его вращаться, вы сошлифовываете все выступающие места, применяя свободный абразив, в результате чего получается совершенный круглый шар. Разумеется, чем лучше к этой операции была подготовлена заготовка, тем легче она будет вращаться между трубами и тем быстрее примет окончательную форму. Вот почему стоит подготовить очень тщательную обработку заготовки. Трубы при обработке шаров изготавливают фирмы, производящие универсальное оборудование для обработки камня, но их можно сделать и самим.

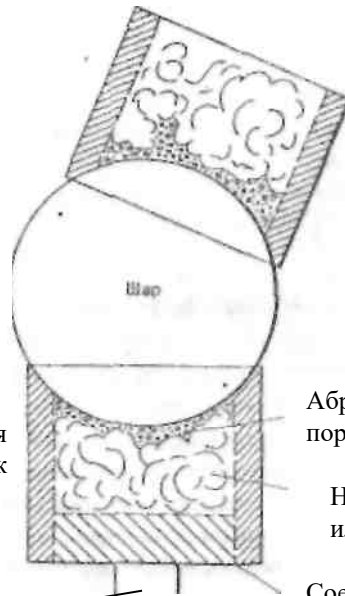
Доводка

Установите на станок трубу соответствующего размера. Под руками необходимо иметь банку с широким горлом, наполненную порошком карбида кремния номер 100, и кисть для нанесения водной суспензии этого порошка на рабочую зону. Включите станок и нанесите на ободок трубы густую взвесь порошка. На трубу положите шар и вращайте его, часто добавляя порошок. Не позволяйте шару находиться в одном положении больше нескольких секунд! В противном случае на нем возникнет глубокое кольцо, для удаления которого требуется большая дополнительная работа. Смысл всей операции заключается в том, чтобы шар непрерывно находился в движении во всех направлениях.

Неподвижный
шлифовальник,
удерживаемый
рукой

Вращающийся
шлифовальник

Хвостовик, крепящийся с
помощью конуса или
нарезки



Абразивный
порошок

Набивка из бумаги
или тряпок

Соединение с
помощью сварки или
пайки

Рис. 19. Шлифовальники для шаров.

Удалив сильно выступающие участки, прижмите сверху шар ручным кольцевым шлифовальником, в результате чего шар начнет вращаться. Почаще добавляйте порошок. Для крупных шаров нет необходимости использовать ручной шлифовальник. Удобнее поворачивать их двумя руками, тем более, что масса таких шаров сама создает необходимое давление на нижний шлифовальник.

Некоторые любители предпочитают засыпать абразивный порошок внутрь шлифовальника, в этом случае он находится в контакте с шаром, и поэтому можно реже наносить его кистью. Другие любители не используют этот прием и имеют столь же хорошие результаты.

Через некоторое время остановите шар, вымойте его и осмотрите. Если у вас нет уверенности в том, что поверхность сошлифовывается равномерно, проведите восковым карандашом несколько линий вокруг шара и немного пошлифуйте его на станке. Низкие места сохраняют следы карандаша, что будет свидетельствовать о необходимости продолжать доводку. Когда шар будет готов, вымойте его, снимите и вымойте шлифовальники, а затем повторите процесс, последовательно используя порошки номер АС 5, АСМ 20, АСМ 5.

Полирование

Возможны два способа полирования: во-первых, вручную, прижимая шар к вращающемуся полировальнику, как в случае обработки других изделий из камня, во-вторых, на том же станке, на котором шар шлифовался. В последнем случае шлифовальник покрывают полирующим материалом и проводят полирование тем же способом, что и шлифование.

При первом способе шар можно положить непосредственно перед вертикальным полировальником, пригодным для данного камня, и систематически обрабатывать поверхность камня, пока вся она не будет отполирована. Опора для шара и в этом случае должна быть покрыта кожей. Если кожу смочить, шар будет легко скользить по ней и даже вращаться под действием силы трения, возникающей при полировании. В ходе этого процесса контроль за скоростью вращения шара осуществляется руками. Не следует допускать слишком быстрого вращения шара. Для этой работы лучше использовать

толстый полировальник с изношенной поверхностью, обеспечивающей большую зону контакта и ускоряющей полирование.

При втором способе полирования шлифовальник после доводки шара тщательно промывают. Затем на него кладут толстую ткань или шкуру, выдержанную предварительно в воде для придания ей большей гибкости. Выровняв складки, материал с помощью прочного шнура соединяют со шлифовальником, обеспечивая в центре некоторое провисание ткани, которое при полировании увеличивает поверхность контакта шара с кругом. Если применяется кожа, то на некоторых камнях может быть достигнута отличная предварительная полировка при использовании тонкого абразива. Прежде чем начать какую-либо обработку камня, найдите для каждого камня подробные рекомендации по методам его обработки, абразивным материалам и кругам.

Изготовление бусин

В ювелирном деле термин бусина относится к небольшим камням любой формы, имеющим отверстие, благодаря чему их можно нанизывать на нитку. Однако здесь мы рассмотрим только, как делаются сферические бусины, в частности те, у которых есть центральное отверстие. Очень неплохие бусины можно сделать вручную, используя технологию изготовления кабошонов, но если потребуется получить большое число бусин, то следует изготавливать их на специальном станке.

Принцип работы станка для изготовления бусин

Станок для изготовления бусин состоит из основания с четырьмя стойками. Внутри стоек расположен металлический барабан с массивными стенками. По дну барабана проходят неглубокие канавки округлого сечения. Аналогичные канавки нанесены на верхнюю металлическую пластину, крепящуюся в патроне сверлильного станка. Все это приспособление прикрывается крышкой, снижающей разбрызгивание и шум при работе. Каменный материал приблизительно сферической формы помещают в канавки на дне барабана вместе с водной суспензией карбида кремния и опускают верхнюю пластину с крышкой.

Когда включается двигатель, верхняя плита нажимает на заготовки и заставляет их вращаться вдоль канавок и обрабатываться в форме шариков. Поскольку в барабане содержится достаточно абразивной суспензии и шарики находятся в ней постоянно, специального внимания процесс обработки не требует, за исключением необходимости надавливать на рычаг перемещения шпинделя сверлильного станка. Время от времени шарики осматривают, проверяя, насколько круглыми они получаются. Заготовки различного размера получают путем распиливания камня на пластины различной толщины, из которых затем выпиливают кубики. Эти кубики обдирают приблизительно до формы шарика и далее партию одного размера обрабатывают на описанном выше станке. Для экономии времени пластины соответствующей толщины могут быть просверлены кольцевым сверлом, высверливающим цилиндры определенного диаметра, которые в дальнейшем требуют меньших затрат труда по сравнению с кубиками. Станки, в которых обтачиваются бусины, не используются для полирования. Эта операция выполняется или вручную, или в галтовочном барабане.

Бусины не обязательно должны быть сферической формы. Действительно многие бусы сделаны из ограненных и галтованных бусин или же собраны из небольших пластинок полированного камня, соединенных между собой с помощью проволоки или металлических соединительных элементов. Существуют разнообразные комбинации форм бусин, и любитель должен проникнуться мыслью, что сферические бусины - не единственное, что можно делать.

Описанные в последних главах техника и простейшие приемы работы с цветным камнем являются всего лишь начальной ступенью камнерезного искусства. Усвоив эти

навыки и приобретя некоторый опыт, камнерез начнет усложнять и разнообразить конструкции изделий, а также находить новые способы для наилучшего раскрытия декоративных достоинств каменного материала.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Чем отличаются декоративно-камнерезные изделия от ювелирных?
2. По каким признакам можно классифицировать декоративно-камнерезные изделия?
3. Назовите ассортимент декоративно-камнерезных изделий.
4. В чем отличие флорентийской, римской и русской мозаик?
5. Какие изделия относятся к предметам технического назначения?
6. Назовите обязательные операции для производства камнерезных изделий.
7. Что такое распиловка?
8. Какие абразивные материалы используют для распиловки?
9. Опишите технологический процесс распиловки.
10. Чем отличается распиловочный станок от подрезного?
11. В чем заключается процесс обдирки?
12. Какие абразивные материалы применяют при обдирке?
13. Как правильно работать на шлифовальном станке?
14. В чем заключается процесс доводки?
15. Какие станки используются для доводочных операций?
16. Что такое сэндинг?
17. Какие шлифовальники применяются при сэндинге?
18. В чем заключается процесс полирования?
19. Какие полирующие материалы используются при полировании? Расскажите о каждом из них.
20. Какие круги применяют при полировании?
21. В чем заключается процесс сверления?
22. Чем отличается сверление сверлами от сверления ультразвуком?
23. Что такое галтовка?
24. Расскажите о технологии галтовки.
25. Как работают вибрационные станки?
26. Расскажите о технологии изготовления различных типов камнерезных изделий.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Александров В. А. Обработка природного камня алмазным дисковым инструментом. - Киев: Наукова думка, 1979. - 240 с.
2. Белицкая Э. И. Художественная обработка цветного камня: Учебн. для средн. проф.-техн. училищ. - М.: Легк. и пищев. пром., 1983. - 200 с.
3. Бреполь Э. Теория и практика ювелирного дела: Пер. с нем./Под ред. Л. А. Гутова и Г. Т. Оболдуева. - 4-е изд., стереотипн. - Л.: Машиностр., Ленингр. отд., 1982. - 384 с.
4. Гутов Л. А., Никитин М. К. Справочник по художественной обработке металлов. - СПб.: Политехника, 1994. - 435 с.
5. Каталог товаров народного потребления. Т. 1,2. - М.: ЦНИИТЭИ приборостроения, 1985.
6. Марченко В. И. Ювелирное дело: Учебн. пособие для средн. проф.-техн. завед. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1984. - 192 с.
7. Поделочные камни и их обработка/Никитин Ю. В. - Л.: Наука, 1979. - 86 с.
8. Новиков В. П., Павлов В. С. Ручное изготовление ювелирных украшений. - Л.: Политехника, 1991. - 208 с.
9. Пронин Л. А. Юному камнерезу. - Свердловск: Свердл. книж. изд-во, 1987. - 208 с.
10. Синкенкес Дж. Руководство по обработке драгоценных и поделочных камней: Пер. с англ. - М.: Мир, 1989. - 423 с.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Б1.О.21 ОСНОВЫ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Направление подготовки

29.03.04 Технология художественной обработки материалов

Авторы: Дроздова И.В., доцент, к.э.н., Моор И.А. доцент, к.э.н.,
Позднякова О.Б., доцент, к.э.н.

Екатеринбург
2022

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ.....	6
ОСНОВНЫЕ КАТЕГОРИИ ДИСЦИПЛИНЫ.....	7
САМООРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ С ЛИТЕРАТУРОЙ.....	10
ПОДГОТОВКА К ДОКЛАДУ С ПРЕЗЕНТАЦИЕЙ.....	14
ПОДГОТОВКА К ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫМ ЗАДАНИЯМ.....	19
ПОДГОТОВКА К ДИСКУССИИ.....	21
ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ.....	23

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа в высшем учебном заведении – это часть учебного процесса, метод обучения, прием учебно-познавательной деятельности, комплексная целевая стандартизованная учебная деятельность с запланированными видом, типом, формами контроля.

Самостоятельная работа представляет собой плановую деятельность обучающихся по поручению и под методическим руководством преподавателя.

Целью самостоятельной работы студентов является закрепление тех знаний, которые они получили на аудиторных занятиях, а также способствование развитию у студентов творческих навыков, инициативы, умению организовать свое время.

Самостоятельная работа реализует следующие задачи:

- предполагает освоение курса дисциплины;
- помогает освоению навыков учебной и научной работы;
- способствует осознанию ответственности процесса познания;
- способствует углублению и пополнению знаний студентов, освоению ими навыков и умений;
- формирует интерес к познавательным действиям, освоению методов и приемов познавательного процесса,
- создает условия для творческой и научной деятельности обучающихся;
- способствует развитию у студентов таких личных качеств, как целеустремленность, заинтересованность, исследование нового.

Самостоятельная работа обучающегося выполняет следующие функции:

- развивающую (повышение культуры умственного труда, приобщение к творческим видам деятельности, обогащение интеллектуальных способностей студентов);
- информационно-обучающую (учебная деятельность студентов на аудиторных занятиях, неподкрепленная самостоятельной работой, становится мало результативной);
- ориентирующую и стимулирующую (процессу обучения придается ускорение и мотивация);
- воспитательную (формируются и развиваются профессиональные качества бакалавра и гражданина);
- исследовательскую (новый уровень профессионально-творческого мышления).

Организация самостоятельной работы студентов должна опираться на определенные требования, а, именно:

- сложность осваиваемых знаний должна соответствовать уровню развития студентов;
- стандартизация заданий в соответствии с логической системой курса дисциплины;
- объем задания должен соответствовать уровню студента;
- задания должны быть адаптированными к уровню студентов.

Содержание самостоятельной работы студентов представляет собой, с одной стороны, совокупность теоретических и практических учебных заданий, которые должен выполнить студент в процессе обучения, объект его деятельности; с другой стороны – это способ деятельности студента по выполнению соответствующего теоретического или практического учебного задания.

Свое внешнее выражение содержание самостоятельной работы студентов находит во всех организационных формах аудиторной и внеаудиторной деятельности, в ходе самостоятельного выполнения различных заданий.

Функциональное предназначение самостоятельной работы студентов в процессе практических занятий по овладению специальными знаниями заключается в самостоятельном прочтении, просмотре, прослушивании, наблюдении, конспектировании, осмыслении, запоминании и воспроизведении определенной информации. Цель и планирование самостоятельной работы студента определяет преподаватель. Вся информация осуществляется на основе ее воспроизведения.

Так как самостоятельная работа тесно связана с учебным процессом, ее необходимо рассматривать в двух аспектах:

1. аудиторная самостоятельная работа – практические занятия;
2. внеаудиторная самостоятельная работа – подготовка к практическим занятиям, подготовка к устному опросу, участию в дискуссиях, решению практико-ориентированных задач и др.

Основные формы организации самостоятельной работы студентов определяются следующими параметрами:

- содержание учебной дисциплины;
- уровень образования и степень подготовленности студентов;
- необходимость упорядочения нагрузки студентов при самостоятельной работе.

Таким образом, самостоятельная работа студентов является важнейшей составной частью процесса обучения.

Методические указания по организации самостоятельной работы и задания для обучающихся по дисциплине *«Основы проектной деятельности»* обращают внимание студента на главное, существенное в изучаемой дисциплине, помогают выработать умение анализировать явления и факты, связывать теоретические положения с практикой, а также облегчают подготовку к сдаче экзамена.

Настоящие методические указания позволят студентам самостоятельно овладеть фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю подготовки, опытом творческой и исследовательской деятельности, и направлены на формирование компетенций, предусмотренных учебным планом поданному профилю.

Видами самостоятельной работы обучающихся по дисциплине *«Основы проектной деятельности»* являются:

- самостоятельное изучение тем курса (в т.ч. рассмотрение основных категорий дисциплины, работа с литературой);
- подготовка к практическим занятиям (в т.ч. ответы на вопросы для самопроверки (самоконтроля), ответы на тестовые задания);
- выполнение самостоятельного письменного домашнего задания (практико-ориентированного задания);
- выполнение курсового проекта;
- подготовка к зачету.

В методических указаниях представлены материалы для самостоятельной работы и рекомендации по организации отдельных её видов.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

Тема 1. Введение в управление проектами

1. В чем заключается суть концепции управления проектами?
2. Что представляет собой проект как процесс точки зрения системного подхода?
3. Назовите основные элементы проекта.
4. Перечислите этапы развития методов управления проектами (УП).
5. В чем сущность УП как методологии?
6. Охарактеризуйте проект как совокупность процессов.
7. В чем заключается взаимосвязь УП и управления инвестициями?
8. Какова взаимосвязь между управлением проектами и функциональным менеджментом.
9. Назовите предпосылки (факторы) развития методов УП.
10. Каковы перспективы развития УП?
11. Определите задачи и этапы перехода к проектному управлению.
12. Перечислите и определите базовые понятия УП.
13. Приведите принципы классификации типов проектов.

Тема 3. Жизненный цикл проекта и его фазы

1. Каковы основные понятия, подходы к определению и структуре проектного цикла?
2. Назовите этапы реализации, состав основных предпроектных документов предынвестиционной фазы.
3. В чем заключается проектный анализ и оценка жизнеспособности и финансовой реализуемости в рамках предынвестиционной фазы?
4. Каково содержание инвестиционной и эксплуатационной фаз жизненного цикла проекта?
5. Охарактеризуйте состав и этапы разработки проектной документации строительной фазы проекта.
6. Каково содержание завершения инвестиционно - строительного этапа проекта.
7. Назовите этапы эксплуатационной фазы, в чем ее содержание, как определяется период оценки?

ОСНОВНЫЕ КАТЕГОРИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Тема 1. Концепция управления проектами

- Проект
- Проектное управление.
- Проект как совокупность процессов.
- Переход к проектному управлению.
- Модель управления проектами (УП).
- Структуризация (декомпозиции) проекта.
- Фазы, функции и подсистемы УП.
- Классификационные признаки и виды проектов.
- Цель и стратегия проекта.
- Сценарии и стратегии развития проектного комплекса.
- Результат проекта.
- Управление параметрами проекта.
- Окружение проектов.
- Проектный цикл.
- Методы управления проектами.
- Организационные структуры УП.
- Участники проектов.

Тема 2. Международные стандарты и сертификация в области проектного управления

- Стандартизация и сертификация в проектном управлении
- Группы стандартов
- Международная сертификация по УП.
- Обзор стандартов проектного управления

Тема 3. Жизненный цикл проекта и его фазы

- Жизненный цикл проекта.
- Фазы, этапы разработки и осуществления инвестиционного проекта.
- Предынвестиционная фаза проекта.
- Состав основных предпроектных документов.
- Инвестиционная фаза проекта.
- Этапы разработки проектной документации.
- ТЭО проекта.
- Организации СМР.

- Эксплуатационная фаза проекта.

Тема 4. Процессы и методы управления проектами

- Планирования проекта
- Информационное обеспечение планирования
- Методы планирования.
- Диаграмма Ганта
- Сетевой график
- Контроль и регулирование проекта
- Мониторинг работ по проекту
- Управление изменениями
- Управление стоимостью проекта
- Бюджетирование проекта
- Управление работами по проекту
- Эффективное управление временем
- Менеджмента качества в проектном управлении
- Управление ресурсами проекта
- Управление закупками и запасами
- Правовое регулирование проекта
- Проектная логистика
- Управление командой проекта
- Управление взаимоотношениями в проекте
- Формирование организационной культуры

Тема 5. Инвестиционный проект как объект управления

- Инвестиции
- Инвестиционный проект
- Бизнес-план
- Источники и способы финансирования инвестиционных проектов
- Жизненный цикл инвестиционного проекта
- Предпроектные документы
- Оценка жизнеспособности и финансовой реализуемости проекта
- ТЭО проекта
- Организации СМР
- Денежный поток инвестиционного проекта

- Финансовый анализ инвестиционного проекта
- Система показателей финансовой состоятельности проекта
- Система показателей оценки экономической эффективности
- Ставка дисконтирования
- Коэффициент дисконтирования
- Чистый дисконтированный доход (ЧДД)
- Индекс доходности (ИД)
- Срок окупаемости
- Внутренняя норма доходности (ВНД)
- Запас финансовой устойчивости (ЗФУ)
- Методы учета инфляции

Тема 6. Информационное обеспечение проектного управления

- Управления коммуникациями проекта
- Информационная система управления проектами
- Структура ИСУП
- Рынок программного обеспечения управления проектами.
- Информационное обеспечение управления проектами

САМООРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ С ЛИТЕРАТУРОЙ

Самостоятельное изучение тем курса осуществляется на основе списка рекомендуемой литературы к дисциплине. При работе с книгой необходимо научиться правильно ее читать, вести записи. Самостоятельная работа с учебными и научными изданиями профессиональной и общекультурной тематики – это важнейшее условие формирования научного способа познания.

Основные приемы работы с литературой можно свести к следующим:

- составить перечень книг, с которыми следует познакомиться;
- перечень должен быть систематизированным (что необходимо для семинаров, что для экзаменов, что пригодится для написания курсовых и выпускных квалификационных работ (ВКР), а что выходит за рамки официальной учебной деятельности, и расширяет общую культуру);
- обязательно выписывать все выходные данные по каждой книге (при написании курсовых и выпускных квалификационных работ это позволит экономить время);
- определить, какие книги (или какие главы книг) следует прочитать более внимательно, а какие – просто просмотреть;
- при составлении перечней литературы следует посоветоваться с преподавателями и руководителями ВКР, которые помогут сориентироваться,

на что стоит обратить большее внимание, а на что вообще не стоит тратить время;

- все прочитанные монографии, учебники и научные статьи следует конспектировать, но это не означает, что надо конспектировать «все подряд»: можно выписывать кратко основные идеи автора и иногда приводить наиболее яркие и показательные цитаты (с указанием страниц);

- если книга – собственная, то допускается делать на полях книги краткие пометки или же в конце книги, на пустых страницах просто сделать свой «предметный указатель», где отмечаются наиболее интересные мысли и обязательно указываются страницы в тексте автора;

- следует выработать способность «воспринимать» сложные тексты; для этого лучший прием – научиться «читать медленно», когда понятно каждое прочитанное слово (а если слово незнакомое, то либо с помощью словаря, либо с помощью преподавателя обязательно его узнать). Таким образом, чтение текста является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации.

От того, насколько осознанна читающим собственная внутренняя установка при обращении к печатному слову (найти нужные сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т.п.) во многом зависит эффективность осуществляемого действия. Грамотная работа с книгой, особенно если речь идет о научной литературе, предполагает соблюдение ряда правил, для овладения которыми необходимо настойчиво учиться. Это серьезный, кропотливый труд. Прежде всего, при такой работе невозможен формальный, поверхностный подход. Не механическое заучивание, не простое накопление цитат, выдержек, а сознательное усвоение прочитанного, осмысление его, стремление дойти до сути – вот главное правило. Другое правило – соблюдение при работе над книгой определенной последовательности. Вначале следует ознакомиться с оглавлением, содержанием предисловия или введения. Это дает общую ориентировку, представление о структуре и вопросах, которые рассматриваются в книге.

Следующий этап – чтение. Первый раз целесообразно прочитать книгу с начала до конца, чтобы получить о ней цельное представление. При повторном чтении происходит постепенное глубокое осмысление каждой главы, критического материала и позитивного изложения; выделение основных идей, системы аргументов, наиболее ярких примеров и т.д. Непременным правилом чтения должно быть выяснение незнакомых слов, терминов, выражений, неизвестных имен, названий. Студентам с этой целью рекомендуется заводить специальные тетради или блокноты. Важная роль в связи с этим принадлежит библиографической подготовке студентов. Она включает в себя умение активно, быстро пользоваться научным аппаратом книги, справочными изданиями, каталогами, умение вести поиск необходимой информации, обрабатывать и систематизировать ее.

Выделяют четыре основные установки в чтении текста:

- информационно-поисковая (задача – найти, выделить искомую информацию);

- усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить, как сами сведения, излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений);

- аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему);

- творческая (создает у читателя готовность в том или ином виде – как отправной пункт для своих рассуждений, как образ для действия по аналогии и т.п. – использовать суждения автора, ход его мыслей, результат наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

С наличием различных установок обращения к тексту связано существование и нескольких видов чтения:

- библиографическое – просматривание карточек каталога, рекомендательных списков, сводных списков журналов и статей за год и т.п.;

- просмотровое – используется для поиска материалов, содержащих нужную информацию, обычно к нему прибегают сразу после работы со списками литературы и каталогами, в результате такого просмотра читатель устанавливает, какие из источников будут использованы в дальнейшей работе;

- ознакомительное – подразумевает сплошное, достаточно подробное прочтение отобранных статей, глав, отдельных страниц; цель – познакомиться с характером информации, узнать, какие вопросы вынесены автором на рассмотрение, провести сортировку материала;

- изучающее – предполагает доскональное освоение материала; в ходе такого чтения проявляется доверие читателя к автору, готовность принять изложенную информацию, реализуется установка на предельно полное понимание материала;

- аналитико-критическое и творческое чтение – два вида чтения близкие между собой тем, что участвуют в решении исследовательских задач.

Первый из них предполагает направленный критический анализ, как самой информации, так и способов ее получения и подачи автором; второе – поиск тех суждений, фактов, по которым, или, в связи с которыми, читатель считает нужным высказать собственные мысли.

Из всех рассмотренных видов чтения основным для студентов является изучающее – именно оно позволяет в работе с учебной и научной литературой накапливать знания в различных областях. Вот почему именно этот вид чтения в рамках образовательной деятельности должен быть освоен в первую очередь. Кроме того, при овладении данным видом чтения формируются основные приемы, повышающие эффективность работы с текстом. Научная методика работы с литературой предусматривает также ведение записи прочитанного. Это позволяет привести в систему знания, полученные при чтении, сосредоточить внимание на главных положениях, зафиксировать, закрепить их в памяти, а при необходимости вновь обратиться к ним.

Основные виды систематизированной записи прочитанного:

Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения.

Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала.

Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала.

Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора.

Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного. Конспект – сложный способ изложения содержания книги или статьи в логической последовательности. Конспект аккумулирует в себе предыдущие виды записи, позволяет всесторонне охватить содержание книги, статьи. Поэтому умение составлять план, тезисы, делать выписки и другие записи определяет и технологию составления конспекта.

Как правильно составлять конспект? Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта. Выделите главное, составьте план, представляющий собой перечень заголовков, подзаголовков, вопросов, последовательно раскрываемых затем в конспекте. Это первый элемент конспекта. Вторым элементом конспекта являются тезисы. Тезис – это кратко сформулированное положение. Для лучшего усвоения и запоминания материала следует записывать тезисы своими словами. Тезисы, выдвигаемые в конспекте, нужно доказывать. Поэтому третий элемент конспекта – основные доводы, доказывающие истинность рассматриваемого тезиса. В конспекте могут быть положения и примеры. Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана. При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно. Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учитывайте лаконичность, значимость мысли. При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения. Мысли автора книги следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре произведения. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять поля.

Конспектирование – наиболее сложный этап работы. Овладение навыками конспектирования требует от студента целеустремленности, повседневной самостоятельной работы. Конспект ускоряет повторение материала, экономит время при повторном, после определенного перерыва, обращении к уже знакомой работе. Учитывая индивидуальные особенности каждого студента, можно дать лишь некоторые, наиболее оправдавшие себя общие правила, с которыми преподаватель и обязан познакомить студентов:

1. Главное в конспекте не объем, а содержание. В нем должны быть отражены основные принципиальные положения источника, то новое, что

внес его автор, основные методологические положения работы. Умение излагать мысли автора сжато, кратко и собственными словами приходит с опытом и знаниями. Но их накоплению помогает соблюдение одного важного правила – не торопиться записывать при первом же чтении, вносить в конспект лишь то, что стало ясным.

2. Форма ведения конспекта может быть самой разнообразной, она может изменяться, совершенствоваться. Но начинаться конспект всегда должен с указания полного наименования работы, фамилии автора, года и места издания; цитаты берутся в кавычки с обязательной ссылкой на страницу книги.

3. Конспект не должен быть «слепым», безликим, состоящим из сплошного текста. Особо важные места, яркие примеры выделяются цветным подчеркиванием, взятием в рамочку, оттенением, пометками на полях специальными знаками, чтобы можно было быстро найти нужное положение. Дополнительные материалы из других источников можно давать на полях, где записываются свои суждения, мысли, появившиеся уже после составления конспекта.

ПОДГОТОВКА ДОКЛАДА С ПРЕЗЕНТАЦИЕЙ

Одной из форм текущего контроля является доклад с презентацией, который представляет собой продукт самостоятельной работы студента.

Доклад с презентацией - это публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы.

Как правило, в основу доклада ложится анализ литературы по проблеме. Он должен носить характер краткого, но в то же время глубоко аргументированного устного сообщения. В нем студент должен, по возможности, полно осветить различные точки зрения на проблему, выразить собственное мнение, сделать критический анализ теоретического и практического материала.

Подготовка доклада с презентацией является обязательной для обучающихся, если доклад презентацией указан в перечне форм текущего контроля успеваемости в рабочей программе дисциплины.

Доклад должен быть рассчитан на 7-10 минут.

Презентация (от англ. «presentation» - представление) - это набор цветных слайдов на определенную тему, который хранится в файле специального формата с расширением PP.

Целью презентации - донести до целевой аудитории полноценную информацию об объекте презентации, изложенной в докладе, в удобной форме.

Перечень примерных тем докладов с презентацией представлен в рабочей программе дисциплины, он выдается обучающимся заблаговременно вместе с методическими указаниями по подготовке. Темы могут распределяться студентами самостоятельно (по желанию), а также закрепляться преподавателем дисциплины.

При подготовке доклада с презентацией обучающийся должен продемонстрировать умение самостоятельного изучения отдельных вопросов, структурирования основных положений рассматриваемых проблем, публичного выступления, позиционирования себя перед коллективом, навыки работы с библиографическими источниками и оформления научных текстов.

В ходе подготовки к докладу с презентацией обучающемуся необходимо:

- выбрать тему и определить цель выступления.

Для этого, остановитесь на теме, которая вызывает у Вас больший интерес; определите цель выступления; подумайте, достаточно ли вы знаете по выбранной теме или проблеме и сможете ли найти необходимый материал;

- осуществить сбор материала к выступлению.

Начинайте подготовку к докладу заранее; обращайтесь к справочникам, энциклопедиям, научной литературе по данной проблеме; записывайте необходимую информацию на отдельных листах или тетради;

- организовать работу с литературой.

При подборе литературы по интересующей теме определить конкретную цель поиска: что известно по данной теме? что хотелось бы узнать? для чего нужна эта информация? как ее можно использовать в практической работе?

- во время изучения литературы следует: записывать вопросы, которые возникают по мере ознакомления с источником, а также ключевые слова, мысли, суждения; представлять наглядные примеры из практики;

- обработать материал.

Учитывайте подготовку и интересы слушателей; излагайте правдивую информацию; все мысли должны быть взаимосвязаны между собой.

При подготовке доклада с презентацией особо необходимо обратить внимание на следующее:

- подготовка доклада начинается с изучения источников, рекомендованных к соответствующему разделу дисциплины, а также специальной литературы для докладчика, список которой можно получить у преподавателя;

- важно также ознакомиться с имеющимися по данной теме монографиями, учебными пособиями, научными информационными статьями, опубликованными в периодической печати.

Относительно небольшой объем текста доклада, лимит времени, отведенного для публичного выступления, обуславливает потребность в тщательном отборе материала, умелом выделении главных положений в содержании доклада, использовании наиболее доказательных фактов и убедительных примеров, исключении повторений и многословия.

Решить эти задачи помогает составление развернутого плана.

План доклада должен содержать следующие главные компоненты: краткое вступление, вопросы и их основные тезисы, заключение, список литературы.

После составления плана можно приступить к написанию текста. Во вступлении важно показать актуальность проблемы, ее практическую значимость. При изложении вопросов темы раскрываются ее основные положения. Материал содержания вопросов полезно располагать в таком порядке: тезис; доказательство тезиса; вывод и т. д.

Тезис - это главное основополагающее утверждение. Он обосновывается путем привлечения необходимых цитат, цифрового материала, ссылок на статьи. При изложении содержания вопросов особое внимание должно быть обращено на раскрытие причинно-следственных связей, логическую последовательность тезисов, а также на формулирование окончательных выводов. Выводы должны быть краткими, точными, достаточно аргументированными всем содержанием доклада.

В процессе подготовки доклада студент может получить консультацию у преподавателя, а в случае необходимости уточнить отдельные положения.

Выступление

При подготовке к докладу перед аудиторией необходимо выбрать способ выступления:

- устное изложение с опорой на конспект (опорой могут также служить заранее подготовленные слайды);
- чтение подготовленного текста.

Чтение заранее написанного текста значительно уменьшает влияние выступления на аудиторию. Запоминание написанного текста заметно сковывает выступающего и привязывает к заранее составленному плану, не давая возможности откликаться на реакцию аудитории.

Короткие фразы легче воспринимаются на слух, чем длинные.

Необходимо избегать сложных предложений, причастных и деепричастных оборотов. Излагая сложный вопрос, нужно постараться передать информацию по частям.

Слова в речи надо произносить четко и понятно, не надо говорить слишком быстро или, наоборот, растягивать слова. Надо произнести четко особенно ударную гласную, что оказывает наибольшее влияние на разборчивость речи.

Пауза в устной речи выполняет ту же роль, что знаки препинания в письменной. После сложных выводов или длинных предложений необходимо сделать паузу, чтобы слушатели могли вдуматься в сказанное или правильно понять сделанные выводы. Если выступающий хочет, чтобы его понимали, то не следует говорить без паузы дольше, чем пять с половиной секунд.

Особое место в выступлении занимает обращение к аудитории. Известно, что обращение к собеседнику по имени создает более доверительный контекст деловой беседы. При публичном выступлении также можно использовать подобные приемы. Так, косвенными обращениями могут служить такие выражения, как «Как Вам известно», «Уверен, что Вас это не оставит равнодушными». Выступающий показывает, что слушатели интересны ему, а это самый простой путь достижения взаимопонимания.

Во время выступления важно постоянно контролировать реакцию слушателей. Внимательность и наблюдательность в сочетании с опытом позволяют оратору уловить настроение публики. Возможно, рассмотрение некоторых вопросов придется сократить или вовсе отказаться от них.

После выступления нужно быть готовым к ответам на возникшие у аудитории вопросы.

Стоит обратить внимание на вербальные и невербальные составляющие общения. Небрежность в жестах недопустима. Жесты могут быть приглашающими, отрицающими, вопросительными, они могут подчеркнуть нюансы выступления.

Презентация

Презентация наглядно сопровождает выступление.

Этапы работы над презентацией могут быть следующими:

- осмыслите тему, выделите вопросы, которые должны быть освещены в рамках данной темы;
- составьте тезисы собранного материала. Подумайте, какая часть информации может быть подкреплена или полностью заменена изображениями, какую информацию можно представить в виде схем;
- подберите иллюстративный материал к презентации: фотографии, рисунки, фрагменты художественных и документальных фильмов, материалы кинохроники, разработайте необходимые схемы;
- подготовленный материал систематизируйте и «упакуйте» в отдельные блоки, которые будут состоять из собственно текста (небольшого по объему), схем, графиков, таблиц и т.д.;
- создайте слайды презентации в соответствии с необходимыми требованиями;
- просмотрите презентацию, оцените ее наглядность, доступность, соответствие языковым нормам.

Требования к оформлению презентации

Компьютерную презентацию, сопровождающую выступление докладчика, удобнее всего подготовить в программе MS PowerPoint.

Презентация как документ представляет собой последовательность сменяющих друг друга слайдов. Чаще всего демонстрация презентации проецируется на большом экране, реже – раздается собравшимся как печатный материал.

Количество слайдов должно быть пропорционально содержанию и продолжительности выступления (например, для 5-минутного выступления рекомендуется использовать не более 10 слайдов).

На первом слайде обязательно представляется тема выступления и сведения об авторах.

Следующие слайды можно подготовить, используя две различные стратегии их подготовки:

1-я стратегия: на слайды выносятся опорный конспект выступления и ключевые слова с тем, чтобы пользоваться ими как планом для выступления. В этом случае к слайдам предъявляются следующие требования:

- объем текста на слайде – не больше 7 строк;
- маркированный/нумерованный список содержит не более 7 элементов;
- отсутствуют знаки пунктуации в конце строк в маркированных и нумерованных списках;
- значимая информация выделяется с помощью цвета, кегля, эффектов анимации.

Особо внимательно необходимо проверить текст на отсутствие ошибок и опечаток. Основная ошибка при выборе данной стратегии состоит в том, что выступающие заменяют свою речь чтением текста со слайдов.

2-я стратегия: на слайды помещается фактический материал (таблицы, графики, фотографии и пр.), который является уместным и достаточным средством наглядности, помогает в раскрытии стержневой идеи выступления. В этом случае к слайдам предъявляются следующие требования:

- выбранные средства визуализации информации (таблицы, схемы, графики и т. д.) соответствуют содержанию;
- использованы иллюстрации хорошего качества (высокого разрешения), с четким изображением (как правило, никто из присутствующих не заинтересован вчитываться в текст на ваших слайдах и всматриваться в мелкие иллюстрации).

Максимальное количество графической информации на одном слайде – 2 рисунка (фотографии, схемы и т.д.) с текстовыми комментариями (не более 2 строк к каждому). Наиболее важная информация должна располагаться в центре экрана.

Обычный слайд, без эффектов анимации, должен демонстрироваться на экране не менее 10 - 15 секунд. За меньшее время аудитория не успеет осознать содержание слайда.

Слайд с анимацией в среднем должен находиться на экране не меньше 40 – 60 секунд (без учета времени на случайно возникшее обсуждение). В связи с этим лучше настроить презентацию не на автоматический показ, а на смену слайдов самим докладчиком.

Особо тщательно необходимо отнестись к оформлению презентации. Для всех слайдов презентации по возможности необходимо использовать один и тот же шаблон оформления, кегль – для заголовков - не меньше 24 пунктов, для информации - не менее 18.

В презентациях не принято ставить переносы в словах.

Наилучшей цветовой гаммой для презентации являются контрастные цвета фона и текста (белый фон – черный текст; темно-синий фон – светло-желтый текст и т. д.).

Лучше не смешивать разные типы шрифтов в одной презентации.

Рекомендуется не злоупотреблять прописными буквами (они читаются хуже).

ПОДГОТОВКА К ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫМ ЗАДАНИЯМ

Практико-ориентированные задания выступают средством формирования у студентов системы интегрированных умений и навыков, необходимых для освоения профессиональных компетенций. Это могут быть ситуации, требующие применения умений и навыков, специфичных для соответствующего профиля обучения (знания содержания предмета), ситуации, требующие организации деятельности, выбора её оптимальной структуры личностно-ориентированных ситуаций (нахождение нестандартного способа решения).

Кроме этого, они выступают средством формирования у студентов умений определять, разрабатывать и применять оптимальные методы решения профессиональных задач. Они строятся на основе ситуаций, возникающих на различных уровнях осуществления практики и формулируются в виде производственных поручений (заданий).

Под практико-ориентированными заданиями понимают задачи из окружающей действительности, связанные с формированием практических навыков, необходимых в повседневной жизни, в том числе с использованием элементов производственных процессов.

Цель практико-ориентированных заданий – приобретение умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Задачи практико-ориентированных заданий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний студентов при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- обучение приемам решения практических задач;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Важными отличительными особенностями практико-ориентированных заданий от стандартных задач (предметных, межпредметных, прикладных) являются:

- значимость (познавательная, профессиональная, общекультурная, социальная) получаемого результата, что обеспечивает познавательную мотивацию обучающегося;
- условие задания сформулировано как сюжет, ситуация или проблема, для разрешения которой необходимо использовать знания из разных разделов основного предмета, из другого предмета или из жизни, на которые нет явного указания в тексте задания;

- информация и данные в задании могут быть представлены в различной форме (рисунок, таблица, схема, диаграмма, график и т.д.), что потребует распознавания объектов;

- указание (явное или неявное) области применения результата, полученного при решении задания.

Кроме выделенных четырех характеристик, практико-ориентированные задания имеют следующие:

1. по структуре эти задания – нестандартные, т.е. в структуре задания не все его компоненты полностью определены;

2. наличие избыточных, недостающих или противоречивых данных в условии задания, что приводит к объемной формулировке условия;

3. наличие нескольких способов решения (различная степень рациональности), причем данные способы могут быть неизвестны учащимся, и их требуется сконструировать.

При выполнении практико-ориентированных заданий следует руководствоваться следующими общими рекомендациями:

- для выполнения практико-ориентированного задания необходимо внимательно прочитать задание, повторить лекционный материал по соответствующей теме, изучить рекомендуемую литературу, в т.ч. дополнительную;

- выполнение практико-ориентированного задания включает постановку задачи, выбор способа решения задания, разработку алгоритма практических действий, программы, рекомендаций, сценария и т. п.;

- если практико-ориентированное задание выдается по вариантам, то получить номер варианта исходных данных у преподавателя; если нет вариантов, то нужно подобрать исходные данные самостоятельно, используя различные источники информации;

- для выполнения практико-ориентированного задания может использоваться метод малых групп. Работа в малых группах предполагает решение определенных образовательных задач в рамках небольших групп с последующим обсуждением полученных результатов. Этот метод развивает навыки сотрудничества, достижения компромиссного решения, аналитические способности.

ПОДГОТОВКА К ДИСКУССИИ

Современная практика предлагает широкий круг типов практических занятий. Среди них особое место занимает *дискуссия*, где в диалоге хорошо усваивается новая информация, видны убеждения студента, обсуждаются противоречия (явные и скрытые) и недостатки. Для обсуждения берутся конкретные актуальные вопросы, с которыми студенты предварительно ознакомлены. Дискуссия является одной из наиболее эффективных технологий группового взаимодействия, обладающей особыми возможностями в обучении, развитии и воспитании будущего специалиста.

Дискуссия (от лат. *discussio* - рассмотрение, исследование) - способ организации совместной деятельности с целью интенсификации процесса принятия решений в группе посредством обсуждения какого-либо вопроса или проблемы.

Дискуссия обеспечивает активное включение студентов в поиск истины; создает условия для открытого выражения ими своих мыслей, позиций, отношений к обсуждаемой теме и обладает особой возможностью воздействия на установки ее участников в процессе группового взаимодействия. Дискуссию можно рассматривать как *метод интерактивного обучения* и как особую технологию, включающую в себя другие методы и приемы обучения: «мозговой штурм», «анализ ситуаций» и т.д.

Обучающий эффект дискуссии определяется предоставляемой участнику возможностью получить разнообразную информацию от собеседников, продемонстрировать и повысить свою компетентность, проверить и уточнить свои представления и взгляды на обсуждаемую проблему, применить имеющиеся знания в процессе совместного решения учебных и профессиональных задач.

Развивающая функция дискуссии связана со стимулированием творчества обучающихся, развитием их способности к анализу информации и аргументированному, логически выстроенному доказательству своих идей и взглядов, с повышением коммуникативной активности студентов, их эмоциональной включенности в учебный процесс.

Влияние дискуссии на личностное становление студента обусловливается ее целостно - ориентирующей направленностью, созданием благоприятных условий для проявления индивидуальности, самоопределения в существующих точках зрения на определенную проблему, выбора своей позиции; для формирования умения взаимодействовать с другими, слушать и слышать окружающих, уважать чужие убеждения, принимать оппонента, находить точки соприкосновения, соотносить и согласовывать свою позицию с позициями других участников обсуждения.

Безусловно, наличие оппонентов, противоположных точек зрения всегда обостряет дискуссию, повышает ее продуктивность, позволяет создавать с их помощью конструктивный конфликт для более эффективного решения обсуждаемых проблем.

Существует несколько видов дискуссий, использование того или иного типа дискуссии зависит от характера обсуждаемой проблемы и целей дискуссии.

Условия эффективного проведения дискуссии:

- информированность и подготовленность студентов к дискуссии,
- свободное владение материалом, привлечение различных источников для аргументации отстаиваемых положений;
- правильное употребление понятий, используемых в дискуссии, их единообразное понимание;
- корректность поведения, недопустимость высказываний, задевающих личность оппонента; установление регламента выступления участников;
- полная включенность группы в дискуссию, участие каждого студента в ней.

Подготовка студентов к дискуссии: если тема объявлена заранее, то следует ознакомиться с указанной литературой, необходимыми справочными материалами, продумать свою позицию, четко сформулировать аргументацию, выписать цитаты, мнения специалистов.

В проведении дискуссии выделяется несколько этапов.

Этап 1-й, введение в дискуссию: формулирование проблемы и целей дискуссии; определение значимости проблемы, совместная выработка правил дискуссии; выяснение однозначности понимания темы дискуссии, используемых в ней терминов, понятий.

Этап 2-й, обсуждение проблемы: обмен участниками мнениями по каждому вопросу. Цель этапа - собрать максимум мнений, идей, предложений, соотнося их друг с другом.

Этап 3-й, подведение итогов обсуждения: выработка студентами согласованного мнения и принятие группового решения.

Далее подводятся итоги дискуссии, заслушиваются и защищаются проектные задания. После этого проводится "мозговой штурм" по нерешенным проблемам дискуссии, а также выявляются прикладные аспекты, которые можно рекомендовать для включения в курсовые и дипломные работы или в апробацию на практике.

Семинары-дискуссии проводятся с целью выявления мнения студентов по актуальным и проблемным вопросам.

ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

При подготовке к зачету по дисциплине «*Основы проектной деятельности*» обучающемуся рекомендуется:

1. повторить пройденный материал и ответить на вопросы, используя конспект и материалы лекций. Если по каким-либо вопросам у студента недостаточно информации в лекционных материалах, то необходимо получить информацию из раздаточных материалов и/или учебников (литературы), рекомендованных для изучения дисциплины «*Основы проектной деятельности*».

Целесообразно также дополнить конспект лекций наиболее существенными и важными тезисами для рассматриваемого вопроса;

2. при изучении основных и дополнительных источников информации в рамках выполнения заданий на зачете особое внимание необходимо уделять схемам, рисункам, графикам и другим иллюстрациям, так как подобные графические материалы, как правило, в наглядной форме отражают главное содержание изучаемого вопроса;

3. при изучении основных и дополнительных источников информации в рамках выполнения заданий на зачете (в случаях, когда отсутствует иллюстративный материал) особое внимание необходимо обращать на наличие в тексте словосочетаний вида «во-первых», «во-вторых» и т.д., а также дефисов и перечислений (цифровых или буквенных), так как эти признаки, как правило, позволяют структурировать ответ на предложенное задание.

Подобную текстовую структуризацию материала слушатель может трансформировать в рисунки, схемы и т. п. для более краткого, наглядного и удобного восприятия (иллюстрации целесообразно отразить в конспекте лекций – это позволит оперативно и быстро найти, в случае необходимости, соответствующую информацию);

4. следует также обращать внимание при изучении материала для подготовки к зачету на словосочетания вида «таким образом», «подводя итог сказанному» и т.п., так как это признаки выражения главных мыслей и выводов по изучаемому вопросу (пункту, разделу). В отдельных случаях выводы по теме (разделу, главе) позволяют полностью построить (восстановить, воссоздать) ответ на поставленный вопрос (задание), так как содержат в себе основные мысли и тезисы для ответа.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Б1.О.23 ОСНОВЫ РОССИЙСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННОСТИ

Направление подготовки

29.03.04 Технология художественной обработки материалов

Профиль

Технология художественной обработки материалов

квалификация выпускника: **бакалавр**

форма обучения: **очная**

Авторы: Бачинин И.В. к.п.н, Старостин А.Н., к. ист. н.

Одобрены на заседании кафедры

Теологии
(название кафедры)
Зав. кафедрой _____
(подпись)
Бачинин И.В.
(Фамилия И.О.)

Протокол №1 от 09.09.2022
(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

Факультета Геологии и геофизики
(название факультета)
Председатель _____
(подпись)
Бондарев В.И.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 13.09.2022
(Дата)

Екатеринбург

Содержание

Методические указания по освоению дисциплины	3
Освоение лекционного курса	3
Самостоятельное изучение тем курса.....	3
Подготовка к практическим (семинарским) занятиям.....	6
Подготовка к тестированию	8
Подготовка к промежуточной аттестации	9

Методические указания по освоению дисциплины

Освоение лекционного курса

Лекции по дисциплине дают основной теоретический материал, являющийся базой для восприятия практического материала. После прослушивания лекции необходимо обратиться к рекомендуемой литературе, прочитать соответствующие темы, уяснить основные термины, проблемные вопросы и подходы к их решению, а также рассмотреть дополнительный материал по теме.

Главное в период подготовки к лекционным занятиям – научиться методам самостоятельного умственного труда, сознательно развивать свои творческие способности и овладевать навыками творческой работы. Для этого необходимо строго соблюдать дисциплину учебы и поведения. Четкое планирование своего рабочего времени и отдыха является необходимым условием для успешной самостоятельной работы. В основу его нужно положить рабочие программы изучаемых в семестре дисциплин.

Каждому студенту следует составлять еженедельный и семестровый планы работы, а также план на каждый рабочий день. С вечера всегда надо распределять работу на завтрашний день. В конце каждого дня целесообразно подводить итог работы: тщательно проверить, все ли выполнено по намеченному плану, не было ли каких-либо отступлений, а если были, по какой причине это произошло. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной учебы. Если что-то осталось невыполненным, необходимо изыскать время для завершения этой части работы, не уменьшая объема недельного плана.

Одним из важных элементов освоения лекционного курса является самостоятельная работа на лекции. Слушание и запись лекций – сложный вид вузовской аудиторной работы. Внимательное слушание и конспектирование лекций предполагает интенсивную умственную деятельность студента. Краткие записи лекций, их конспектирование помогает усвоить учебный материал. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное, основное и сделано это самим студентом. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое «конспектирование» приносит больше вреда, чем пользы. Запись лекций рекомендуется вести по возможности собственными формулировками. Желательно запись осуществлять на одной странице, а следующую оставлять для проработки учебного материала самостоятельно в домашних условиях. Конспект лекции лучше подразделять на пункты, параграфы, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать пункты плана лекции, предложенные преподавателям. Принципиальные места, определения, формулы и другое следует сопровождать замечаниями «важно», «особо важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек. Лучше если они будут собственными, чтобы не приходилось просить их у однокурсников и тем самым не отвлекать их во время лекции. Целесообразно разработать собственную «маркографию» (значки, символы), сокращения слов. Не лишним будет и изучение основ стенографии. Работая над конспектом лекций, всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть знаниями.

Самостоятельное изучение тем курса

Самостоятельное изучение тем курса осуществляется на основе списка основной и рекомендуемой литературы к дисциплине. При работе с книгой необходимо научиться правильно ее читать, вести записи. Самостоятельная работа с учебниками и книгами (а также самостоятельное теоретическое исследование проблем, обозначенных

преподавателем на лекциях) – это важнейшее условие формирования научного способа познания. Основные приемы можно свести к следующим:

- составить перечень книг, с которыми следует познакомиться;
- перечень должен быть систематизированным (что необходимо для семинаров, что для экзаменов, что пригодится для написания курсовых и выпускных квалификационных работ, а что выходит за рамки официальной учебной деятельности, и расширяет общую культуру);
- обязательно выписывать все выходные данные по каждой книге (при написании курсовых и дипломных работ это позволит экономить время);
- определить, какие книги (или какие главы книг) следует прочитать более внимательно, а какие – просто просмотреть;
- при составлении перечней литературы следует посоветоваться с преподавателями и научными руководителями, которые помогут сориентироваться, на что стоит обратить большее внимание, а на что вообще не стоит тратить время;
- все прочитанные книги, учебники и статьи следует конспектировать, но это не означает, что надо конспектировать «все подряд»: можно выписывать кратко основные идеи автора и иногда приводить наиболее яркие и показательные цитаты (с указанием страниц);
- если книга – собственная, то допускается делать на полях книги краткие пометки или же в конце книги, на пустых страницах просто сделать свой «предметный указатель», где отмечаются наиболее интересные мысли и обязательно указываются страницы в тексте автора;
- следует выработать способность «воспринимать» сложные тексты; для этого лучший прием – научиться «читать медленно», когда понятно каждое прочитанное слово (а если слово незнакомое, то либо с помощью словаря, либо с помощью преподавателя обязательно его узнать); Таким образом, чтение научного текста является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации.

От того на сколько осознанна читающим собственная внутренняя установка при обращении к печатному слову (найти нужные сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т.п.) во многом зависит эффективность осуществляемого действия. Грамотная работа с книгой, особенно если речь идет о научной литературе, предполагает соблюдение ряда правил, для овладения которыми необходимо настойчиво учиться. Это серьезный, кропотливый труд. Прежде всего, при такой работе невозможен формальный, поверхностный подход. Не механическое заучивание, не простое накопление цитат, выдержек, а сознательное усвоение прочитанного, осмысление его, стремление дойти до сути – вот главное правило. Другое правило – соблюдение при работе над книгой определенной последовательности. Вначале следует ознакомиться с оглавлением, содержанием предисловия или введения. Это дает общую ориентировку, представление о структуре и вопросах, которые рассматриваются в книге.

Следующий этап – чтение. Первый раз целесообразно прочитать книгу с начала до конца, чтобы получить о ней цельное представление. При повторном чтении происходит постепенное глубокое осмысление каждой главы, критического материала и позитивного изложения; выделение основных идей, системы аргументов, наиболее ярких примеров и т.д. Непременным правилом чтения должно быть выяснение незнакомых слов, терминов, выражений, неизвестных имен, названий. Студенты с этой целью заводят специальные тетради или блокноты. Важная роль в связи с этим принадлежит библиографической подготовке студентов. Она включает в себя умение активно, быстро пользоваться научным аппаратом книги, справочными изданиями, каталогами, умение вести поиск необходимой информации, обрабатывать и систематизировать ее.

Выделяют четыре основные установки в чтении научного текста:

- информационно-поисковая (задача – найти, выделить искомую информацию);

- усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить, как сами сведения, излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений);

- аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему);

- творческая (создает у читателя готовность в том или ином виде – как отправной пункт для своих рассуждений, как образ для действия по аналогии и т.п. – использовать суждения автора, ход его мыслей, результат наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

С наличием различных установок обращения к научному тексту связано существование и нескольких видов чтения:

- библиографическое – просматривание карточек каталога, рекомендательных списков, сводных списков журналов и статей за год и т.п.;

- просмотровое – используется для поиска материалов, содержащих нужную информацию, обычно к нему прибегают сразу после работы со списками литературы и каталогами, в результате такого просмотра читатель устанавливает, какие из источников будут использованы в дальнейшей работе;

- ознакомительное – подразумевает сплошное, достаточно подробное прочтение отобранных статей, глав, отдельных страниц, цель – познакомиться с характером информации, узнать, какие вопросы вынесены автором на рассмотрение, провести сортировку материала;

- изучающее – предполагает доскональное освоение материала; в ходе такого чтения проявляется доверие читателя к автору, готовность принять изложенную информацию, реализуется установка на предельно полное понимание материала;

- аналитико-критическое и творческое чтение – два вида чтения близкие между собой тем, что участвуют в решении исследовательских задач.

Первый из них предполагает направленный критический анализ, как самой информации, так и способов ее получения и подачи автором; второе – поиск тех суждений, фактов, по которым или, в связи с которыми, читатель считает нужным высказать собственные мысли.

Из всех рассмотренных видов чтения основным для студентов является изучающее – именно оно позволяет в работе с учебной литературой накапливать знания в различных областях. Вот почему именно этот вид чтения в рамках учебной деятельности должен быть освоен в первую очередь. Кроме того, при овладении данным видом чтения формируются основные приемы, повышающие эффективность работы с научным текстом. Научная методика работы с литературой предусматривает также ведение записи прочитанного. Это позволяет привести в систему знания, полученные при чтении, сосредоточить внимание на главных положениях, зафиксировать, закрепить их в памяти, а при необходимости вновь обратиться к ним.

Основные виды систематизированной записи прочитанного:

- Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения.

- Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала.

- Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала.

- Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора.

- Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного. Конспект – сложный способ изложения содержания книги или статьи в логической последовательности. Конспект аккумулирует в себе предыдущие виды записи, позволяет всесторонне охватить содержание книги, статьи. Поэтому умение составлять

план, тезисы, делать выписки и другие записи определяет и технологию составления конспекта.

Как правильно составлять конспект? Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта. Выделите главное, составьте план, представляющий собой перечень заголовков, подзаголовков, вопросов, последовательно раскрываемых затем в конспекте. Это первый элемент конспекта. Вторым элементом конспекта являются тезисы. Тезис - это кратко сформулированное положение. Для лучшего усвоения и запоминания материала следует записывать тезисы своими словами. Тезисы, выдвигаемые в конспекте, нужно доказывать. Поэтому третий элемент конспекта - основные доводы, доказывающие истинность рассматриваемого тезиса. В конспекте могут быть положения и примеры. Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана. При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно. Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учитывайте лаконичность, значимость мысли. При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения. Мысли автора книги следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре произведения. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять поля.

Конспектирование - наиболее сложный этап работы. Овладение навыками конспектирования требует от студента целеустремленности, повседневной самостоятельной работы. Конспект ускоряет повторение материала, экономит время при повторном, после определенного перерыва, обращении к уже знакомой работе. Учитывая индивидуальные особенности каждого студента, можно дать лишь некоторые, наиболее оправдавшие себя общие правила, с которыми преподаватель и обязан познакомить студентов:

1. Главное в конспекте не объем, а содержание. В нем должны быть отражены основные принципиальные положения источника, то новое, что внес его автор, основные методологические положения работы. Умение излагать мысли автора сжато, кратко и собственными словами приходит с опытом и знаниями. Но их накоплению помогает соблюдение одного важного правила – не торопиться записывать при первом же чтении, вносить в конспект лишь то, что стало ясным.

2. Форма ведения конспекта может быть самой разнообразной, она может изменяться, совершенствоваться. Но начинаться конспект всегда должен с указания полного наименования работы, фамилии автора, года и места издания; цитаты берутся в кавычки с обязательной ссылкой на страницу книги.

3. Конспект не должен быть «слепым», безликим, состоящим из сплошного текста. Особо важные места, яркие примеры выделяются цветным подчеркиванием, взятием в рамочку, оттенением, пометками на полях специальными знаками, чтобы можно было быстро найти нужное положение. Дополнительные материалы из других источников можно давать на полях, где записываются свои суждения, мысли, появившиеся уже после составления конспекта.

Подготовка к практическим (семинарским) занятиям

Важной формой самостоятельной работы студента является систематическая и планомерная подготовка к практическому (семинарскому) занятию. После лекции студент должен познакомиться с планом практических занятий и списком обязательной и дополнительной литературы, которую необходимо прочитать, изучить и законспектировать. Разъяснение по вопросам новой темы студенты получают у преподавателя в конце предыдущего практического занятия.

Подготовка к практическому занятию требует, прежде всего, чтения рекомендуемых источников и монографических работ, их реферирования, подготовки докладов и сообщений. Важным этапом в самостоятельной работе студента является повторение материала по конспекту лекции. Одна из главных составляющих внеаудиторной подготовки – работа с книгой. Она предполагает: внимательное прочтение, критическое осмысление содержания, обоснование собственной позиции по дискуссионным моментам, постановки интересующих вопросов, которые могут стать предметом обсуждения на семинаре.

В начале практического занятия должен присутствовать организационный момент и вступительная часть. Преподаватель произносит краткую вступительную речь, где формулируются основные вопросы и проблемы, способы их решения в процессе работы.

Практические занятия не повторяют, а существенно дополняют лекционные занятия, помогая студентам в подготовке к промежуточной аттестации. Практические занятия являются одной из важнейших форм обучения студентов: они позволяют студентам закрепить, углубить и конкретизировать знания по курсу, подготовиться к практической деятельности. В процессе работы на практических занятиях студент должен совершенствовать умения и навыки самостоятельного анализа источников и научной литературы, что необходимо для научно-исследовательской работы.

Практическое (семинарское) занятие — это одна из организационных форм познавательной деятельности обучающихся, позволяющая закрепить полученные ранее знания, восполнить недостающую информацию, сформировать умения решать проблемы, укрепить позиции, научить культуре ведения дискуссии. Тематика обсуждения выдается на первых занятиях. Подготовка осуществляется во внеаудиторное время. Регламент – 3-5 мин. на выступление. В оценивании результатов наравне с преподавателем принимают участие студенты группы.

Обсуждение проблемы (нравственной, политической, научной, профессиональной и др.) происходит коллективно, допускается корректная критика высказываний (мнений) своих сокурсников с обязательным приведением аргументов критики.

Участие каждого обучающегося в диалоге, обсуждении должно быть неформальным, но предметным.

1. Россия: географические факторы и природные богатства.

№ п/п	Вопросы	Код компетенции
1.	Анализ предпосылок и факторов становления российской государственности (исторических, социально-экономических, географических).	УК-5
2.	Природные ресурсы и национальные богатства России.	
3.	Культуры этносов России и их основные достижения.	
4.	Религии этносов России.	

2. Многообразие российских регионов

№ п/п	Вопросы	Код компетенции
1.	Российская Федерация: основные этапы становления современного государственного устройства.	УК-5
2.	Географическое, политическое, социально-экономическое, многообразие российских регионов.	
3.	Свердловская область: природно-экономический потенциал.	
4.	История родного города на примере города Екатеринбурга – столицы Татарстана.	

Результатом обсуждения проблемы на практическом (семинарском) занятии не могут быть однозначные выводы и формулировки. Действие его всегда пролонгировано,

что дает студентам возможность для дальнейшего обдумывания рассмотренных проблемных ситуаций, для поиска дополнительной информации по обсуждаемой теме.

Незадолго до проведения практического (семинарского) занятия преподаватель разделяет группу на несколько подгрупп, которая, согласно сценарию, будет представлять определенную точку зрения, информацию. При подготовке к групповой дискуссии студенту необходимо собрать материал по теме с помощью анализа научной литературы и источников.

Используя знание материала, исходя из изложенных изначальных концепций, каждая группа должна изложить свою точку зрения на обсуждаемый вопрос, подкрепив ее соответствующими аргументами.

Каждый из групп по очереди приводит аргументы в защиту своей позиции. Соответственно другая группа должна пытаться привести контраргументы, свидетельствующие о нецелесообразности, пагубности позиции предыдущей группы и стремится доказать, аргументированно изложить свою позицию.

Подготовка к тестированию

Тестирование - система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

Тестовая система предусматривает вопросы / задания, на которые слушатель должен дать один или несколько вариантов правильного ответа из предложенного списка ответов. При поиске ответа необходимо проявлять внимательность. Прежде всего, следует иметь в виду, что в предлагаемом задании всегда будет один правильный и один неправильный ответ. Это оговаривается перед каждым тестовым вопросом. Всех правильных или всех неправильных ответов (если это специально не оговорено в формулировке вопроса) быть не может. Нередко в вопросе уже содержится смысловая подсказка, что правильным является только один ответ, поэтому при его нахождении продолжать дальнейшие поиски уже не требуется.

На отдельные тестовые задания не существует однозначных ответов, поскольку хорошее знание и понимание содержащегося в них материала позволяет найти такие ответы самостоятельно. Именно на это слушателям и следует ориентироваться, поскольку полностью запомнить всю получаемую информацию и в точности ее воспроизвести при ответе невозможно. Кроме того, вопросы в тестах могут быть обобщенными, не затрагивать каких-то деталей.

Тестовые задания сгруппированы по темам учебной дисциплины. Количество тестовых вопросов/заданий по каждой теме дисциплины определено так, чтобы быть достаточным для оценки знаний обучающегося по всему пройденному материалу.

При подготовке к тестированию студенту следует внимательно перечитать конспект лекций, основную и дополнительную литературу по той теме (разделу), по которому предстоит писать тест.

Для текущей аттестации по дисциплине «Основы российской государственности» применяются тесты, которые выполняются по разделам № 1-5.

Образец тестового задания

1. Ключевую роль в формировании мировоззрения играют:

- мысли
- эмоции
- ценности
- все перечисленное

2. Какое место в мире по площади занимает Россия:

- первое

- второе
- третье
- пятое

3. К преимуществам географического положения России относят:

- межграничное положение между Европой и Азией
- большая протяженность транспортных магистралей
- сложность управления страной
- + выход к большому количеству морей и двум океанам

4. С каким государством у России самая большая сухопутная граница:

- Казахстан
- Белоруссия
- Китай
- Монголия

5. Первое летописное упоминание о Москве связано с именем князя:

- Ярослава Мудрого
- Владимира Мономаха
- Александра Невского
- Юрия Долгорукого

Подготовка к промежуточной аттестации

При подготовке к зачету по дисциплине «*Основы российской государственности*» обучающемуся рекомендуется:

1. повторить пройденный материал и ответить на вопросы, используя конспект и материалы лекций. Если по каким-либо вопросам у студента недостаточно информации в лекционных материалах, то необходимо получить информацию из раздаточных материалов и/или учебников (литературы), рекомендованных для изучения дисциплины «*Основы российской государственности*».

Целесообразно также дополнить конспект лекций наиболее существенными и важными тезисами для рассматриваемого вопроса;

2. при изучении основных и дополнительных источников информации в рамках выполнения заданий на *зачете* особое внимание необходимо уделять схемам, рисункам, графикам и другим иллюстрациям, так как подобные графические материалы, как правило, в наглядной форме отражают главное содержание изучаемого вопроса;

3. при изучении основных и дополнительных источников информации в рамках выполнения заданий на *зачете* (в случаях, когда отсутствует иллюстративный материал) особое внимание необходимо обращать на наличие в тексте словосочетаний вида «во-первых», «во-вторых» и т.д., а также дефисов и перечислений (цифровых или буквенных), так как эти признаки, как правило, позволяют структурировать ответ на предложенное задание.

Подобную текстовую структуризацию материала слушатель может трансформировать в рисунки, схемы и т. п. для более краткого, наглядного и удобного восприятия (иллюстрации целесообразно отразить в конспекте лекций – это позволит оперативно и быстро найти, в случае необходимости, соответствующую информацию);

4. следует также обращать внимание при изучении материала для подготовки к *зачету* на словосочетания вида «таким образом», «подводя итог сказанному» и т.п., так как это признаки выражения главных мыслей и выводов по изучаемому вопросу (пункту, разделу). В отдельных случаях выводы по теме (разделу, главе) позволяют полностью

построить (восстановить, воссоздать) ответ на поставленный вопрос (задание), так как содержат в себе основные мысли и тезисы для ответа.



МИНОБРНАУКИ РФ

ФГБОУ ВО

«Уральский государственный горный университет»

КОМПОЗИЦИЯ

Методическое пособие

по самостоятельной работе и практические задания

Екатеринбург, 2020

Предисловие

Цель данного методического пособия – изложить теоретический материал лекционного курса по дисциплине «Композиция». Пособие разработано в соответствии с действующей рабочей программой. Изложенный в программе материал соответствует требованиям Государственного стандарта по дисциплине «Композиция» для студентов специальности ТХО. Может быть использовано студентами для подготовки к занятиям.

Пособие предназначено для студентов I курса, дневной формы обучения. Теоретический курс «Композиция» является пропедевтической дисциплиной. Она предполагает систематическое изложение предмета в сжатой и элементарной форме, дающее представление о нём в целом.

Учебное пособие раскрывает проблемы композиционного мышления. Устанавливает единую систему терминов, дает понятие основных категорий композиции. Подвергает анализу различные виды композиций, способы формообразования, характер выразительных средств и приемов. В первой части рассматриваются специфика формальной композиции, во второй – особенности стилизации и построения объемно-пространственных структур.

Данное издание систематизирует и обобщает разрозненную информацию о композиции, её закономерностях, приемах, средствах выражения и гармонизации. Подняты актуальные проблемы для художников-дизайнеров, архитекторов – проблемы организации пространства, поиска творческого источника.

Пособие написано на основе многолетнего опыта преподавания дисциплины, а также теоретической базы и арсенала методик преподавания.

Особенностью данного методического пособия, является его тесная связь с программой практического курса «Композиции», полный охват и освещение вопросов, решаемых в ходе практических занятий и подготовки к ним.

Теоретический материал представлен главах, которые в свою очередь, имеют подразделы. В конце каждой главы даны контрольные вопросы и задания для практического выполнения. В целях большей наглядности и систематизации информации, тексты снабжены таблицами и иллюстративным материалом, помещенным в приложение – схемы, рисунки. Пособие проиллюстрировано учебными работами студентов Уральского Государственного Горного университета, выполненные в ходе практических занятий. Методическое пособие содержит библиографический список рекомендуемой литературы, словарь терминов и алфавитно-предметный указатель, в котором указаны основные понятия.

Введение

Курс дисциплины «Композиция» предназначен для освоения студентами основных закономерностей формальной композиции. Программа ориентирована на развитие у студентов навыков владения художественно-образным языком, что позволит им в дальнейшем успешно решать творческие задачи в процессе дизайнерской деятельности. Изучение данного курса имеет межпредметные связи со специальными дисциплинами. На формирование умения свободно пользоваться законами композиции влияют профессиональные навыки, приобретенные на занятиях рисунком и живописью. Использование различных выразительных графических средств (тушь, гуашь, акварель, карандаш, цветная бумага) позволит создать авторские образно-ассоциативные композиции. Курс дисциплины построен на последовательном усложнении композиционных и графических задач, что помогает освоить основы формообразования пространственной и предметной среды.

Целью дисциплины является развитие творческих способностей и образного мышления студентов в области композиции. Цель обуславливает постановку ряда конкретных задач, определяет структуру работы:

- заложить основы формообразования пространственной и предметной среды;
 - научить создавать гармоничные формы, объемы, объем и пространство посредством графики и цвета;
 - грамотно применять знания стилизации и трансформации различных объектов при создании пространственной среды;
 - обучить методик и организации творческого процесса;
 - на основе анализа учебно-экспериментальных работ научить определять набор последовательных действий в зависимости от проектных задач.
- «Композиция» является базовой дисциплиной и предполагает углубленное изучение основ композиции на основе самостоятельного изучения учебно-методической литературы и выполнения рекомендуемых в процессе обучения практических заданий.

Глава 1

Особенности построения курса по дисциплине «Композиция»

Дисциплина «Композиция» является исходной базой для формирования целостной системы знаний о законах художественно-композиционного творчества в области дизайна и практического развития профессионального чувства композиции у будущего дизайнера.

Цель композиции в дизайне – создание утилитарной формы, имеющей эстетическую ценность. Дизайнер должен обладать способностью формировать образные представления, преобразовывать сложные явления действительности, осуществлять синтез образного и логического. Результатом творческого процесса является произведение, форма выражения которого может быть разнообразной. Но любое произведение будет представлять

художественную ценность, если оно создано по законам гармонии и несет в себе художественный образ.

По словарю С. И. Ожегова *художественный образ* – это способ и форма освоения действительности в искусстве, характеризуется неразделимым единством чувств и смысловых моментов. Художественный образ – это выражение творцом своего внутреннего состояния, ощущения, личностного видения мира. В художественном образе происходит слияние и взаимопроникновение конкретного и абстрактного, частного и общего, рационального и эмоционального, необходимого и случайного, элементов и целого.

Решая различные проектные задачи, будущие специалисты должны научиться устанавливать меру значимости разнообразных формообразующих факторов композиции. Определение композиции исходит из того, что она главная форма произведения искусства и связана не только с задачей оформлять содержание, а также со спецификой данного вида искусства, с его специфическими средствами и ограничениями. Структуру основ композиции составляют средства и законы гармонизации. Выразительность авторской идеи зависит от выбранных категорий композиции таких, как ритм, композиционный центр, контраст, тождество, статика, динамика, соподчиненность и т. д. Главные результаты в процессе обучения зависят от реально развитых способностей студента.

Для решения поставленной учебной задачи необходимо глубокое проникновение в суть таких базовых понятий, как силовые линии, силовое поле, композиционная активность и ее направленность, доминанта, пространственная связь элементов в композиции на плоскости и др. На протяжении всей работы над заданиями по композиции важно свести до минимума вероятность субъективизма, сугубо личностных предпочтений и образных стереотипов. В общем виде творчество можно характеризовать, как процесс создания чего-то нового, ранее не существовавшего или неизвестного. Процесс обучения должен быть направлен на формирование способности к творчеству.

В целом, творческая деятельность представляет логическую триаду: осознать – прочувствовать – выразить. Современный дизайнер должен обладать профессиональной интуицией, которая развивается в процессе обучения. Конечный результат работы по данной дисциплине – это взаимосвязь чувствования и практического умения. Особенности построения курса сводятся к:

- выполнению большого количества кратковременных и упрощенных упражнений, дающих возможность ознакомиться с приемами композиционной организации, познать отдельные ее закономерности, приобрести начальные навыки в использовании художественно-графических средств в решении композиционных задач;

- разделению в работе над формальной композицией на отдельные задания по образно-ассоциативным девизам, графическим приемам, законам и средствам гармонизации композиции;

- возможности обсуждения результатов промежуточных стадий работы, сравнения творческих эскизов с другими авторами, выявлению лидеров, постоянного и продуктивного диалога студента с преподавателем;

- способности в ясной логичной форме построить композиционное произведение, созвучное своему времени, определить состав необходимых изобразительно-

художественных средств, представить чистовой результат работы в яркой целостной художественной форме. Владение средствами композиции, доведенное до профессионального уровня, открывает путь к виртуозному исполнению творческих задач.

Главной особенностью данного курса является поиск новых, неординарных решений образно ассоциативной композиции с помощью согласованности учебных и творческих задач. Студент должен уметь смотреть на каждое проектное задание, как на абсолютно новый, свободный от шаблонности элемент творческого выражения своей фантазии. Понятия, приемы, навыки работы над формальной композицией помогают формировать композиционную логику и развивать интуицию будущих выпускников

Вопросы к главе 1:

1. Дайте определение художественного образа в искусстве.
2. Что вы понимаете под художественно-образным мышлением?
3. Раскройте понятие идеи художественного произведения.
4. Приведите примеры образного решения художественного произведения в искусстве 20-го века.

Глава 2

Понятие композиции.

Виды и специфика

Композиция существует с момента, когда предметы начинают изображаться не только ради них самих, но для того, чтобы их внешний вид передал отзвуки, которые они вызывали в нашей душе.

П. Руссо

Композиция (лат.) – составление, построение, структура художественного произведения, обусловленная его содержанием, характером и назначением. Композицию нельзя рассматривать в отрыве от времени, стиля, эпохи. Как художественная форма, композиция претерпевает с течением времени неизбежные изменения. Знания законов формообразования и изменение их во времени – основа, без которой не может быть подлинного творчества. Но нельзя понимать композицию как набор объектов, расположенных в определенной последовательности в определенном месте. Глубинный смысл композиции проявляется в том случае, если она вызывает истинные эмоции и ассоциации. Великий Ле Корбюзье называл композицию «как результат интуитивного творчества и сознательного выбора». Законы композиции складываются в процессе художественной практики и являются обобщением объективных взаимосвязей явлений реального мира. Творческая деятельность человека развивается в двух направлениях. С одной стороны, стремлением отразить в скульптуре, живописи, рисунке реальные объекты и явления окружающего мира, с другой стороны, стремлением к созданию форм, несуществующих в природе, творимых воображением и фантазией людей. Эти два направления изобразительных и неизобразительных форм художественного творчества и ремесла человека проявляются на всех ступенях человеческой культуры. Мысль

изобретателя распространяется на конкретные изделия, архитектурные объекты, машины, средства транспорта и т.д. Круг, квадрат, треугольник, шар, цилиндр, конус и другие простые формы человек наблюдал в природе. Все эти формы используются при изготовлении различных предметов. Так возникает проблема сочетания простых и сложных форм – проблема композиции.

Различают три основных вида композиции: фронтальная, объемная, глубинно-пространственная.

Фронтальная композиция является распространением элементов формы в одной плоскости в двух направлениях по отношению к зрителю: вертикальном и горизонтальном. Для создания фронтальной композиции используются плоские элементы. Визуально все элементы и пространство взаимодействуют и взаимосвязаны. Совокупность всех частей плоскостной композиции может образовывать гладкую поверхность или создавать переходное рельефное состояние. Примером такой композиции являются фасады зданий, стенды наглядной агитации, ткани, ковры и т.д.

Объемная композиция представляет собой форму, имеющую относительно замкнутую поверхность и воспринимаемую со всех сторон. Объемная форма взаимодействует с внутренним и внешним пространством, имеет пластические свойства и общую силуэтную конфигурацию. Масса элементов объемной композиции и окружающее пространство сочетаются так, что преобладает объем самой формы. Например, скульптурные изображения, бытовые приборы, машины, станки и т.д. Объемная композиция всегда взаимодействует с окружающей средой.

Глубинно-пространственная композиция складывается из материальных элементов, объемов, поверхностей и пространства, а также интервалов между ними. В данной композиции преобладают размеры пространства, где размещаются объекты. Но каждый даже маленький элемент несет определенную нагрузку и участвует в организации пространства. Пространство может быть закрытым (внутри границ, образованных объектами) и открытым (вокруг объектов). Глубинно-пространственная композиция используется, например, в решении улиц, площадей, микрорайонов и т.д.

Знание законов композиции дает ту профессиональную подготовку, без которой невозможна грамотная работа в любом из этих направлений. Создавая произведение искусства, т.е. гармонию, необходимо выполнять основные законы композиции: цельность, единство и соподчиненность. Используемые категории и средства композиции знакомы по наблюдению за природой: ритм, равновесие, симметрия, асимметрия, статика, динамика, масштабность, пропорциональность, контраст, тождество и др.

В области изобразительного искусства, помимо видов композиции, нужно различать *специфику разных типов композиционной организации*.

Сюжетная композиция строится на тех же принципах, что и литературное повествование, в котором участвуют реальные персонажи. Отношение персонажей и их действий взаимообусловлены, поэтому восприятие персонажей требует прочтения роли каждого из них. В такой композиции нет ничего безразличного и чужого для выявления сущности отношений между персонажами. С точки зрения психологии восприятия, сюжетная композиция – это панорама реальной жизни в ее материальной трехмерности. В изображении, на картине жизнь присутствует в художественно преобразованной

обобщенной форме, поэтому выглядит выразительнее, чем в самой реальности. Примерами данного типа организации композиции можно представить изобразительные произведения академического искусства.

Монтажная композиция прямо противоположный тип, это не повествование, а констатация визуального факта. Если сюжетную композицию прочитывают, то монтажная воздействует как вспышка, команда, сигнал. Принцип монтажной организации используется для достижения наибольшей самостоятельности, объединенных в одно целое визуальных форм. Это тип композиционной организации, который отождествляется с понятием компоновки, составления, соединения, клипа (например, оформительское искусство, знаковые системы, полиграфическая продукция, визуальные коммуникации, мультимедиа и др.).

Формальная композиция – это не повествование, не констатация факта, а сам процесс становления визуальной формы с ее собственным эмоционально-чувственным содержанием. Любая визуальная форма отражает образное состояние внутреннего мира художника, воплощает гармонию художественно-композиционного чувства. Произведения искусства (живопись, поэзия, музыка), построенные на принципах формальной организации теряют свою рационально-практическую значимость и живут в пространстве художественных образов. Именно принцип формальной композиции используется для формирования основ художественно композиционной грамоты дизайнеров.

Таким образом, художник является творцом новых форм. Формы эти могут представлять и выражать сущность того или иного реального предмета, но быть и самостоятельно значимыми. Абстрактные пятна, эмоциональные линии, различные фактуры эстетически воздействуют на зрителя посредством неизобразительных форм и характера их взаимосвязи. Живое движение переплетающихся элементов композиции, плавных или угловатых, медлительных или энергичных обладает сильным эмоциональным стимулом к творчеству.

Художественная выразительность творческих поисков заключается в соподчиненности и цельности любого вида композиционной организации. Процесс создания гармоничной формы в дизайне среды представляет собой объединение всех элементов в единое целое на основе образного и идейно художественного содержания. Студент изучает и использует понятия и виды композиционной организации для достижения выразительности индивидуальных творческих принципов.

Вопросы к главе 2:

- 1. Дайте определение композиции.
- 2. Изучение каких вопросов в изобразительном искусстве помогает в построении формальной композиции?
- 3. Назовите виды композиции.
- 4. Какие принципы формальной композиции используются в поиске творческих идей?
- 5. Назовите, чем отличается формальная композиция от сюжетной.
- 6. Определите главные аспекты монтажной композиции.
- 7. Найти в окружающем мире конкретные примеры различных видов композиций.

Глава 3

Организация формальной композиции на основе образно-ассоциативного мышления

Творческие поиски начинаются с умения нестандартно мыслить, соединять новизну с традицией, находить образы и ассоциации. Художественный образ формируется в процессе творческого мышления и имеет три основных элемента: символическую фигуру, смысл, настроение. Одним из основных изобразительных средств выражения художественного образа является форма. Формы отдельных элементов композиции и композиции в целом обладают сложной многоуровневой вариантностью и способны к бесконечному развитию. Формообразование – род художественной деятельности дизайна технического творчества, обозначающего процесс создания формы в соответствии с общими ценностными установками. Принцип организации формы можно выявить наиболее полно, изучив ее структуру.

Линия, смещаясь в пространстве, образует плоскость. В зависимости от конфигурации линия и пятно рожают различные ассоциативно образные формы. Знакомство с первоосновами пластического языка художественной культуры - линией, пятном, фактурой, структурой, цветом, плоскостью, объемом, пространством дает студенту целостное представление о работе над формальной композицией. Через освоение элементарных навыков по технологии изображения различными материалами прививается интерес к простоте и естественности. Курс формальной композиции начинается с общего, т.е. с простейших геометрических форм. Простые формы являются основополагающим фундаментом, на котором основывается дальнейшая работа в поиски нового художественного образа. Квадрат – законченная, устойчивая форма выражает стабильность, тяжесть. Треугольник – активная форма, возможность движения. Круг – выражает идею мироздания, природы, Земли. Форма пятна (амебы) – текучесть, неустойчивость, бесхарактерность. Линия, пятно, точка имеют большой диапазон в выражении образа в зависимости от их физического и психологического состояния (толстая, шероховатая, изящная, смелая и т.д.). Детальное изучение воздействия простейших форм на зрителя – этап перехода к сложным по характеру и пластике формам. С неизобразительными формами, наделенными в то же время совершенно определенной художественной выразительностью, можно встретиться в различных направлениях дизайна. Одни из них возникают в результате предельного обобщения форм изобразительных, которое придает им характер отвлеченных знаков, символов, пиктограмм. Другие конструируются искусственно, на основе геометрических фигур или абстрактно чувственных форм. Воздействие новых форм на зрителя активно происходит через такие приемы, как стилизация и трансформация.

Стилизация – это один из приемов визуальной организации образного выражения, при котором выявляются наиболее характерные черты предмета и отбрасываются ненужные детали. С помощью приема стилизации элементы могут потерять реалистически изобразительную форму, предметную узнаваемость, сохраняя лишь суть содержания формы. В процессе стилизации по собственному существующему принципу и по привнесенному свойству получается качественно новый образ.

Аллегория – иносказание, толкование заложенного в произведении смысла, выражение чего-нибудь отвлеченного в конкретном образе.

Метафора – соединение в единое целое разнородных образов, употребление выражений в переносном смысле на основе сходства, аналогии, сравнения. Метафоры рождаются в стремлении к чувственной конкретности, определяются как символическая трансформация. Перенесение собственных качеств одного предмета на другой способствует появлению необычных фантазийных решений.

Метаморфоза – видоизменения, превращения, переход в другую форму с приобретением нового внешнего вида.

Интерпретация - истолкование, раскрытие смысла, содержания разнообразных форм в композиции.

Аллюзия – намек, ассоциация, мысленное соотнесение непосредственно воспринимаемого объекта с хранящимися в памяти событиями прошлой жизни.

Цитирование – прямое использование первообраза с отсылкой к нему, включая произведения искусства целиком или частично.

Трансформация – это изменение формы предмета в необходимую сторону: округление, вытягивание, увеличение или уменьшение в размере отдельных вещей и т.д

С точки зрения организации формальной композиции принцип стилизации служит не для подражания, а для систематизации творческого процесса при создании стиля, как единичного объекта, так и сложных комплексов, объектов.

Вопросы к главе 3:

- 1. В чем заключается роль стилизации в формальной композиции?
- 2. Раскройте на примерах иллюстраций художников в истории искусства такие понятия, как интерпретация, аллегория, метаморфоза, аллюзия, гипербола.

Задание к главе 3:

- 1. На основе метода стилизации разработать формальную композицию, используя творческий источник – растительные формы.
- 2. Создать художественно-композиционную структуру по принципу метафоры, используя творческий источник, зооморфные мотивы.
- 3. Разработать формально-композиционную структуру на основе принципа трансформации, используя геометрические фигуры.
- *Требования к работе:* чистовые варианты выполняются в черно-белой графике на листах бумаги одинакового формата – 3 штуки на каждое задание, размер формальных композиций 20х20 см.
- *Материалы:* в разработках используется тушь, уголь, карандаш, бумага.

Глава 4

Средства и законы в формальной композиции

Процесс создания композиции – это творческий процесс. Организующим началом в построении программы практического курса формальной композиции служит содержание понятия *композиционной меры*, которая состоит из *качества, количества и соразмерности*.

Пропорциональность – соразмерность целого и частей, которая прослеживается при переходе от одной части формы к другой и ко всей форме в целом, одно из классических средств композиции, с помощью которого достигается организованность формы. Пропорция – это рассчитанная размерная система, в которой отношения элементов формы организует объемно-пространственную структуру. Под пропорцией понимается отношение сопоставление отдельных частей целого между собой и этим целым. Это сопоставление или соразмерность может быть основана на равенстве или противопоставлении любых характеристик элементов. Пропорциональными отношениями называется результат сравнения двух величин одного свойства, например, линейных измерений, площадей поверхности, объемов, цвета, фактур, масс и др. Масштаб и пропорции неразрывно связаны между собой.

Масштабность – отношение величины площади формы предметов в сравнении их друг с другом, соразмерность величины частей предметов между собой и ко всей форме. При проектировании промышленных изделий и сооружений необходимо соблюдать масштаб, чтобы их размеры соответствовали назначению, были увязаны с окружающей средой и соразмерны человеку. Масштаб не абсолютная, а относительная величина.

Равновесие – это такое состояние формы, при котором все элементы сбалансированы между собой. Физиологически человек зрительно не может воспринимать форму изделия законченной, если размеры и масса ее частей неуравновешенны. Равновесие в композиции можно визуально определить, как баланс масс относительно центра или оси равновесия. Равновесие зависит от организации композиционного центра, от пластического и ритмического построения композиции, от ее пропорциональных членений, от цветовых, тональных и фактурных отношений отдельных частей между собой и целым. Уравновешенность элементов может быть представлена в виде статического или динамического равновесия. Статическое равновесие – это абсолютное или относительное равенство элементов по массе относительно точки или линии в композиции, характеризуемое визуально эмоциональным ощущением покоя. Различают три варианта статического равновесия фигур на плоскости: формы ориентированы на центр плоскости, сдвинуты в верхнюю часть плоскости, расположены в нижней части плоскости. Более сложным и интересным способом равновесие достигается при нарушении симметрии в компоновке элементов. Динамическое равновесие – условное равенство совокупной массы элементов относительно точки или линии в композиции, взаимодействие разнонаправленных сил, характеризуемое скрытым или явно воспринимаемым ощущением движения. Одно направление движения композиционных элементов на плоскости листа компенсируется противоположным. Таким образом, одной из главных задач при работе над

формальной композицией является создание устойчивого зрительного равновесия всех компонентов структуры вверх и вниз, вправо и влево.

Характер взаимодействия частей, целого и пространства определяют **свойства композиции**: симметрия, асимметрия, статика, динамика.

Статика – состояние покоя, равновесие формы, устойчивость во всем ее строе, в самой геометрической основе, визуальная неизменяемость, неподвижность массы и пространства по всем направлениям в границах композиции. У статичных предметов есть явный центр, своего рода ось, вокруг которого организуется форма. Квадрат имеет две перпендикулярные плоскости симметрии, следовательно, силуэты, вписывающиеся в квадрат, наиболее стабильны. В композиции графического листа свойства статики выявляются за счет преобладания крупных, весомых по размерам элементов

Динамика – зрительное восприятие движения, стремительная форма. Динамичная форма может быть присуща как неподвижным объектам, так и быстро движущимся предметам. Динамичность делает форму броской, активной, заметной, выделяя ее среди других.

Симметрия – принцип организации композиции, где элементы расположены правильно относительно плоскости, оси или центра. Уравновесить симметричную композицию гораздо легче, чем ассиметричную, так как симметрия уже создает предпосылки для композиционного равновесия.

Асимметрия – сочетание расположения элементов, при котором ось или плоскость симметрии отсутствуют. Асимметрия не есть полное отсутствие симметрии, а самый сложный ее вид, когда равенство ощущается при фактической разности. В такой композиции важна зрительная уравновешенность всех ее частей по массе, фактуре, цвету.

Творческие поиски по созданию формальных композиций зависят от взаимодействия свойств композиции: статики, динамики, симметрии, асимметрии. Все средства гармонизации композиции взаимозависимы и должны быть уравновешены.

• Вопросы к главе 4:

- 1.Разъясните понятия пропорциональности и масштаба в композиционных структурах.
- 2.От чего зависит понятие масштаб?
- 3.С помощью каких факторов можно добиться равновесия элементов на плоскости?
- 4.Объясните понятие симметричного построения композиции.
- 5.Перечислите основные виды симметрии. Раскройте их суть.
- 6.Раскройте понятие статики и динамики в формальной композиции.
- 7.В чем разница статического и динамического равновесия в композиции?

Задания для главы 4:

- Создайте композиционную структуру с использованием различных систем пропорций и масштаба, найдите взаимосвязь частей и целого в выбранных пропорциональных отношениях (3 -5 элементов разных форм простых силуэтов).

- 2. Организовать плоскость, используя симметрию с вертикальной осью, угловую, центральную (5 – 7 элементов одинаковых форм).
- 3. Создать асимметричную плоскостную композицию из геометрических фигур (5 элементов разных размеров: большой, три средних, один маленький)
- *Требования к работе:* формат работы выбирается в соответствии с проектной задачей, количество композиций по 2 – 3 шт. на каждое задание.
- *Материалы:* использование смешенной техники исполнения – аппликация, тушь, фломастер.

Глава 5

Ритм. Соотношение элементов формальной композиции по принципам контраст, нюанс, тождество

Ритм – это равномерное чередование или изменение размерных элементов, порядок сочетания линий, объемов, плоскостей. Ритм действует на наши чувства, мы воспринимаем его не только зрительно, но и на слух (стук колес, музыка, танец).

Ритм может быть спокойным и беспокойным, направленным в одну сторону, сходящимся к центру, метричным и хаотичным. Из всех признаков формы наиболее значимым является размер, затем интервал. Ритмические порядки могут быть представлены четырьмя схемами. Первая схема – чередование равных элементов при изменении интервалов между ними, вторая – элементы формы меняются, а интервал не меняется, третья – меняются, т.е. возрастают или убывают и элементы формы, и интервалы между ними, четвертая – элементы формы и интервалы возрастают или убывают при их радиальном расположении. Ритм может быть явным (орнамент, архитектурные элементы, строение растений) или скрытым (строения домов, группы людей, случайные капли). Ритму могут быть подчинены не только изменения формы, но и цвет, пластика и другие изобразительные свойства. Повтор облегчает восприятие композиции, делает ее ясной, лаконичной и упорядоченной. Поэтому при решении определенных композиционных задач используется сложное развитие ритма параллельно с другими законами композиции.

При сравнении каких-либо однородных первичных элементов формы (массы, конфигурации форм, линии, цвета и т.д.) возможны три вида их отношений: равенство (тождество), сходство (нюанс) и контраст.

Тождество – полное сходство, совпадение по всем признакам, состояние идентичности, одинаковости элементов композиции. Тождественные элементы сами по себе имеют ограниченные художественные возможности, создают множество, образуют фоновое пространство. Тождественные отношения могут лишь выражать некую множественность, массовость, протяженность. В зависимости от сочетания с другими средствами гармонизации можно создать сложный эмоциональный настрой произведения.

Контраст – это резко выраженная активная противоположность, противопоставление между элементами по какому-либо свойству или по всем свойствам одновременно

(длинный – короткий, толстый – тонкий, крупный – мелкий, гладкий – фактурный, синий – желтый, белый – черный, круг – прямоугольник, массивность – легкость). Путем контраста можно усилить выразительность любой формы.

Нюанс несет в себе едва заметный переход, оттенок, слегка видимые тайные противоречия. Нюансными считаются такие отношения между сравниваемыми объектами, при которых явно преобладают сходства и имеются незначительные различия по одному из видов свойств. Нюанс может характеризоваться еле заметными изменениями определенного свойства или свойств. Нюансные изменения в рамках новой формы дают множественные вариации и направления. Нюанс – это разнообразная гамма вариантов в тончайших отношениях различных материалов, фактуры, цвета. Нюансировка формы требует самой высокой квалификации дизайнера, тонкого чутья. Нюансные отношения дают возможность максимально проявить целостность и слитность элементов композиции.

Контраст, нюанс, тождество – это композиционные средства, помогающие организовать уравновешенную, цельную, гармоничную во всех отношениях композицию. Ритму подчинен порядок, связь, строй всех элементов художественного произведения, он побуждает к преодолению неподвижности изображения, заставляет его дышать и двигаться. В зависимости от доминирования одного средства над другим возникают различные ассоциации и художественные образы, создается сложное прочтение всей композиции.

• Вопросы к главе 5:

- 1. Дайте определение понятию ритма композиции.
- 2. Какая роль отводится в организации композиции контрасту?
- 3. Как происходит формообразование в композиции с помощью нюанса?
- 4. Чем отличаются композиции, созданные на основе тождества?
- 5. Где чаще всего используются в формальной композиции такие средства гармонизации, как ритм, контраст, нюанс?

• Задания к главе 5:

- 1. Постройте простой ритмический ряд, используя простые геометрические элементы.
- 2. Постройте простой ритмический ряд на основании геометрических фигур разных размеров и силуэтов.
- 3. Организуйте плоскостную композицию, применяя ритм и метр, используя простые растительные формы, буквы, цифры.
- *Требования к работе:* формат и размер композиции определяется в соответствии с содержанием решаемой задачи. Количество работ: 5-7 вариантов на каждое задание.
- *Материалы:* целесообразно использование различных графических средств: кисть, перо, тушь, гуашь, фломастер, цветная бумага

- 5.Создать ряд эскизов обобщенных силуэтных форм, используя контрастное решение.
- 6.Выполнить ряд эскизов, используя простые геометрические формы, с помощью принципа тождества.
- 7.Создайте композицию, применяя нюансное отношение форм и цвета.
- *Требования к работе:* размер композиции 15х15, количество работ 7 – 10 на каждое задание.
- *Материалы:* полностью использовать изобразительные средства и графические техники: кисть, перо, тушь, гуашь, пастель, уголь, акварель, фломастер, цветная бумага

Глава 6

Взаимосвязь пространства и элементов в композиции.

Главное и второстепенное

В качестве основных составляющих любого композиционного произведения выступают элементы и пространство композиции.

Для рассмотрения таких понятий, как доминанта и акцент необходимо разобраться в общих категориях, как главное, второстепенное и соподчиненность.

Соподчиненность – взаимовлияние, взаимосвязь, взаимодополнение между главным и второстепенным в системе целого. Соподчиненные части композиции имеют долю общих признаков, что определяет их, как целое. *Главное* – ведущее, основное, узловое - место в композиции, выделяющееся на общем фоне более броско, чем все другое. Это место в композиции подчиняет себе всех участников по иерархии значимости и удаленности. Чем дальше от главного находится второстепенный элемент, тем менее он с ним связан. *Второстепенное* – подчиненная общность фигур, зависит от расположения фигур относительно главного элемента. Закон соподчинения позволяет выстроить порядок выделением главного и подчинения ему второстепенного. Любое композиционное качество может быть максимально или минимально проявлено. *Доминанта* – господство одного элемента над другим, является наиболее контрастно воспринимаемым проявлением главного. *Акцент* есть ударение на оси или центре композиции, их точная фиксация, это более деликатное отношение между главным и второстепенным, так как его роль указующая, но не господствующая.

Центр композиции – это фокусирующее место, вокруг которого объединяются элементы на принципах соподчиненности, соответствует главной части композиции, может совпадать с геометрическим центром схемы или центром равновесия масс. Центр композиции дает возможность создать цельность композиционных связей элементов. Выделение композиционного центра может достигаться помощью законов: закон количества, центрального расположения, качества, смыслового фактора.

Ось композиции – это условная линия, визуально воспринимаемая в качестве главной, формируемая равнозначными элементами. Это линия, объединяющая вдоль себя фигуры в единое целое. Что дает ощущение стабильности. Ориентация главной оси может быть различной: вертикальной, горизонтальной, наклонной (диагональной), сложноорганизованной (изогнутой, криволинейной).

Огромное значение для формальной композиции имеет *формат*

– граница поля изображения. Наиболее, распространенные форматы изображения – прямоугольник, квадрат, круг, овал. Прямоугольный, вытянутый вертикально, формат передает ощущение устремленности вверх. Горизонтальный формат выглядит распахнутым, ослабляется чувство замкнутости, уменьшается значение композиционного центра. Он часто используется для сложных, многоплановых композиций. Чаще всего используется прямоугольный формат («золотого сечения»). Он наиболее уравновешен и замкнут. Компонировка в квадратном и круглом форматах имеет свои особенности. Квадратный формат статичен, в нем часто размещают композиции с осевой или зеркальной симметрией. Осей зеркальной симметрии много, поэтому симметричная композиция выглядит зрительно подвижной. Овал – визуально законченная, замкнутая форма, требует тщательной компоновки.

Формат листа композиции определяет компоновку всех элементов форм, ориентацию главных линий.

Роль доминанты или композиционного центра в композиции может играть как сложный по силуэту, так и простой по форме, как фактурный так гладкий, как цветной, так и чернобелый элемент, как один или группа элементов, так и пространство. Их выбор зависит от творческого решения автора произведения и возможным выполнением неперенных условий существования композиции: равновесия, единства и соподчинения. В композиционном построении важен заключительный аккорд, главный штрих, дающий цельность всей работе.

• Вопросы к главе 6:

- 1.Объясните разницу между понятиями доминанта и акцент.
- 2.Какие решения можно предложить в организации элементов формальной композиции?
- 3.Как размер формата, положение и массы фигур влияют на выразительность доминирующего элемента?
- 4.Объясните понятие центра и оси композиции.
- 5.Назовите законы композиционного центра?

• Задания к главе 6:

- Создайте формальные композиции из простых геометрических фигур (5 – 7 элементов), где центр организован.
- 2.Организируйте композицию из одинаковых по форме элементов, выявив центр размером, цветом или фактурой.

- 3.Организируйте формальную композицию из различных элементов черного цвета сложных силуэтных форм с разной доминантой.
- 4.Выполните композицию, где центр организован за счет цветового решения: самым контрастным по цвету элементом, самым темным, самым светлым элементом композиции.
- *Требования к работе:* размер плоскостной композиции 1, 2, 3, 4 задания 20х20 см, количество по 5 – 7 вариантов.
- *Материалы:* тушь, карандаш, бумага, фломастеры. Размер, формат и выразительные графические средства чистовых серий по 5 заданию зависят от выбранного девиза и авторской идеи, может быть использован весь арсенал художественно-графических средств.

Глава 7 СТИЛИЗАЦИЯ

7. 1. Понятие «Стилизация»

Стилизация используется для создания композиций на основе реальных объектов. Есть два значения термина «стилизация»:

- 1.Стилизация как процесс привнесения изменений в форму объекта.
- 2.Стилизация как процесс образования стилевых систем. Рассмотрим стилизацию как процесс преобразования формы.

Стилизация – это процесс системной организации изображения; процесс художественного преобразования предмета в органично обобщенную, гармоничную форму. Процесс стилизации начинается с анализа объекта. Это прежде всего выявление системноструктурных характеристик, определение состава и типа элементов, их системообразующие связи. Затем описание признаков, свойств, характеристик элементов, внутренних и внешних форм. Это позволит обобщать наиболее существенные моменты в содержании понятия, отказаться от всего случайного и поверхностного. Другими словами, анализ и творческое обобщение являются необходимой предпосылкой для художественно-образного обобщения, т. е. стилизации. Только после глубокого анализа возможен процесс непосредственных изменений формы.

Целью стилизации является:

- выражение самой сущности объекта;
- связь формы объекта с материалом, технологией;
- авторское творческое самовыражение, самоудовлетворение;
- вызвать определённые эмоции зрителя; сделать мотив понятным зрителю, читабельным;
- дать новое звучание форме (ранее слишком привычной, малопривлекательной),
- представить объект в новом свете.

Итак, мы видим, что стилизация - это путь к новаторству.

7. 2. Отличие стилизации от стилевых направлений

Среди различных определений стилизации есть следующее. *Стилизация* – это имитация образной системы и формальных особенностей одного из стилей прошлого, используемых в новом художественном контексте. Это определение отражает одну из функций стилизации, а именно её роль в стилеобразующем процессе.

Стиль – исторически сложившаяся система принципов, закономерностей и правил; особенности художественных форм, присущих какой-либо эпохе.

В отличие от имитации и подделки стилизация не есть стремление к повтору. Имитация, в принципе, будучи совершенной в своем роде, маскируется, «стыдится» своей неподлинности, всячески прячет ее. Стилизованная форма, наоборот, желает быть узнаваемой как новая, возникшая теперь и лишь в чем-то схожая с прошлой. Стилизованная форма предлагает перенесение в новые условия, обязательно отличающиеся, быть может, даже контрастные тем, в которых существовала первоначальная, оригинальная форма.

Стилизация – прием, а не художественный результат, получаемый при его использовании, и результат этот может быть различным.

Рассмотренные в настоящей главе приёмы художественного обобщения мотивов природы позволяют сделать вывод, что главным принципиальным моментом в процессе трансформации является создание выразительного образа. И здесь достаточно широкое применение находят как обобщенная натурная, так и активно стилизованная трактовка формы. Целесообразен отказ от четкой пространственности формы, излишней ее детализации; предпочтение надо отдать обобщению, стилизации и сокращению изобразительных средств.

• Задания к главе 7

- 1. Выполнить быстрый набросок объекта (овощи, фрукты), фиксируя лишь основные характеристики формы.
- 1.1. Выполнить быстрый набросок за 15 сек.
- 1.2. Выполнить быстрый набросок за 10 сек.
- 1.3. Выполнить быстрый набросок за 5 сек.

• Требование к работе:

- выполнить на каждое упражнение 10–15 работ. Формат А6.
- *Материалы:* бумага, графитный карандаш (6В–8В), фломастер, маркер.
- 2. Выполнить изображение выбранного объекта (овощи, фрукты) с использованием признаков формы, соответствующих стереотипному восприятию объекта, т. е. признаков, позволяющих объекту быть узнаваемым всеми.

• Требование к работе:

- выполнить работы на 10–15 объектов. Формат А5. *Материал:* бумага, тушь, перо, кисть.
- 3. Выполнить ряд графических листов стилизации предметов быта (например, чайник). Из листа в лист проследить, как количество признаков объекта влияет на принадлежность объекта к той или иной классификационной ступени. Например: посуда/класс, чайник/вид, заварной чайник в горох, с отколотым носиком –

любимый чайник моей бабушки/индивид (уникум). Минимальное количество признаков позволяет отнести объект к общей группе/классу. Максимальное количество признаков делает предмет индивидуальным и даже уникальным.

- *Требование к работе:*

- выполнить работы на 5–7 объектов. Формат А5. *Материал:* бумага, тушь, перо, кисть.

- *Требование к работе:*

- формат 10 x 15 см.
- *Оборудование:* цифровой фотоаппарат с функцией макросъемки.

Глава 8

ОБЪЁМНО-ПРОСТРАНСТВЕННАЯ КОМПОЗИЦИЯ

8.1. Принципы структуры объёмно-пространственной композиции в графическом изображении

В основе восприятия объёмно-пространственных форм лежат свойства, присущие всем объемам и используемые в композиции. Эти свойства являются объективными. Основные свойства объёмно-пространственных форм следующие: геометрический вид, положение в пространстве, величина, масса. К дополнительным свойствам можно отнести фактуру, свет и цвет. Каждое из этих свойств может изменяться в определенных пределах и иметь бесконечное количество состояний. При сопоставлении различных свойств возможны самые разнообразные их сочетания. Рассмотрим каждое из этих свойств.

Геометрический вид формы композиционного элемента определяется: стереометрическим характером очертания поверхности фигуры; соотношением размеров формы по трем координатам. Композиционные элементы по характеру стереометрического очертания условно можно разделить на несколько групп:

1. формы, образованные параллельно-перпендикулярными плоскостями, – куб и параллелепипед;

2. формы, образованные плоскостями и имеющие неперпендикулярные грани, – пирамиды, призмы, многогранники

3. тела вращения и формы, образованные криволинейными поверхностями, – шар, цилиндр, конус, формы с параболическими и гиперболическими поверхностями и т. д.;

4. бесчисленное количество сложных стереометрических фигур, имеющих прямолинейные и криволинейные поверхности.

Форма композиционного элемента в зависимости от соотношения величин измерений по трем координатам может быть объемной, плоскостной и линейной.

Объемная форма характеризуется относительным равенством величин по трем координатам. Наиболее типичные объемные формы – куб, шар. В этих фигурах измерения по всем трем направлениям равны.

Плоскостная форма характеризуется развитостью по двум координатам при подчиненной третьей. Наиболее типичным примером является плоскостной параллелепипед).

Линейная форма характеризуется преобладанием одного какого-либо измерения над двумя другими.

Под **фактурой** подразумевается характер поверхности художественного произведения, который воспринимается зрителем. Исходя из общего определения объёмно-пространственной формы, фактурой можно считать характер поверхности различного масштаба – от шероховатости до степени расчлененности плоскости. Очевидно, что обработка поверхности независимо от ее величины воспринимается как фактура при определенной частоте повторяющихся элементов, иначе эти элементы будут восприниматься как членение формы.

Фактура в определенной степени характеризует объёмно пространственную форму и всегда является одним из средств художественной выразительности.

Выразительные возможности фактуры выявляются светом – одним из важнейших средств демонстрации художественных качеств объёмно-пространственной формы. В этом легко убедиться при выполнении практических упражнений из бумаги различных фактур: гладкой, рыхлой, шероховатой.

Светотень. Свет обеспечивает возможность восприятия зрителем объема, поверхности и пространства.

Свет всегда был важнейшим средством художественной выразительности. Свет помогает восприятию формы и является средой, которая заполняет все поле картины. Неопределенность формы, отсутствие четких границ элементов формы определяет игра светотени и разрушение геометрической определенности в построении формы.

Распределение светотени при восприятии объёмно пространственных форм может меняться от полной затемненности до максимальной освещенности. Это может зависеть как от направления света, так и от силы источника света.

При предельных состояниях светотени восприятие формы затруднено.

На характер светотени влияет также распределение отраженного света от окружающих форму поверхностей.

8.2. Понятие об основных видах объёмно-пространственной композиции

По признаку пространственного расположения форм, а также в зависимости от характера восприятия их зрителем можно выделить три основных вида объёмно-пространственной композиции:

- 1.пространственную;
- 2.объемную;
- 3.фронтальную.

Пространственная композиция характеризуется превалированием пространства над элементами, формирующими его. В такой композиции зритель воспринимает и оценивает в основном качество пространственного решения, а не элементы, организующие пространство. Элементы композиции (объемные формы, поверхности) могут развиваться и

организовывать восприятие зрителя по глубинной, фронтальной или вертикальной координатам. Пространственная композиция с преобладанием глубинной координаты называется *глубинно-пространственной* и воспринимается при движении зрителя в главном направлении развития пространства. Пространственная композиция наиболее сложный, но в то же время самый распространенный в архитектурной практике вид композиции, по закономерностям которого организуется пространство, начиная с небольших интерьеров и кончая обширными градостроительными ансамблями.

Объемная композиция имеет относительно равномерное развитие по трем координатам пространства (или с преобладанием вертикальной координаты) и, как правило, характеризуется замкнутостью поверхностей элементов, организующих такую композицию. Объемная композиция воспринимается при движении зрителя вокруг нее. Объемной композицией следует считать такую, в которой ее трехмерность выражена, как основное качество, организующее восприятие со всех сторон.

Фронтальная композиция характеризуется развитием по двум фронтальным координатам, горизонтальной и вертикальной, с подчиненной глубинной координатой. Фронтальная композиция воспринимается зрителем при движении вдоль нее или по направлению к ней.

Часто при определении вида композиции решающим становится местоположение зрителя и характер восприятия этим зрителем объемно-пространственной композиции.

Выделение трех основных видов композиции – фронтальной, объемной и глубинно-пространственной – связано с обнаружением трех характерных и специфических пространственных точек зрения, рассчитанных на:

- 1) статическое положение зрителя;
- 2) движение вокруг формы;
- 3) движение в глубь пространства.

Теоретические принципы построения композиции в зависимости от позиции воспринимающего зрителя обуславливают ее «фронтальность», «объемность», «пространственность». Они не только являются признаками, характеризующими виды композиции, но и художественными качествами объемных произведений.

8.3. Визуальное выражение физических свойств условного материала

Важную роль играет ясное представление о конкретных материальных формах, в которых могут найти визуальное проявление те или иные характеристики физических свойств. Характеристики могут быть сгруппированы, исходя из *трех основных составляющих строения предметной формы*: материала; технологии; конструкции.

Тема объемно-пространственной композиции имеет узкопрофессиональную направленность. В центре стоит проблема художественного формообразования, связанная с природой человеческого зрения и психологией восприятия объектов.

Вопросы к главе 8

1. Какие основные свойства объемно-пространственных форм вы знаете?
2. Дайте определение понятия «массивность».

3. От чего зависит положение формы в пространстве?
4. В чём заключаются принципиальные различия между тремя основными видами объёмно-пространственной композиции?
5. Расскажите об объёмно-пространственной композиции как о программе восприятия.
6. Что является основными составляющими строения предметной формы?

Задания к главе 8

1. Выполнить графические листы, в которых рассмотреть особенности основных видов объёмно-пространственной композиции.

2.1. Построить фронтальную композицию.

2.2. Построить объёмную композицию.

2.3. Построить пространственную композицию.

Все композиции выполняются из одинакового набора элементов. В каждой композиции используется 5 объёмных элементов прямоугольной формы (кубы, параллелепипеды).

Требование к работе:

выполнить по одному варианту на каждый вид композиции. Формат А4.

Материал: бумага, черная и белая гуашь.

3. Выполнить графические листы, в которых выявить геометрический вид, величину, массу, положение в пространстве, светотень объёмной формы. Композиции строятся из элементов прямоугольной формы: кубы, параллелепипеды и объёмы, не полностью ограниченные плоскостями.

Требование к работе:

выполнить 3–5 вариантов решения. Формат А5. *Материал:* бумага, тушь, перо.

4. Выполнить композицию в виде абстрактной объёмно-пространственной структуры, взаимодействия элементов которой должны служить максимально наглядному выражению свойств материала. Тяжёлый – лёгкий, хрупкий – пластичный, жесткий – гибкий. На каждую пару свойств выполнить отдельную композицию.

Требование к работе:

выполнить 3 композиции. Формат А5. *Материалы:* бумага, графитный карандаш.

9. Функция композиции

Композиция (лат. compositio – «составление», «сочетание», «приведение в порядок», «соединение», «приготовление») – категория художественного творчества. В общем значении композиция – один из типов структуры, наиболее сложный и совершенный (сравн. компоновка; конструкция). Конструкция считается функциональной структурой открытого, модификационного типа. Ее элементы могут заменяться без ущерба для целого, хотя принцип связей остается неизменным. В композиционной целостности ни один из элементов не может быть заменен, поскольку он приобретает уникальный смысл только в одном единственном, неповторимом сочетании с остальными элементами. В теории искусства слово «композиция» используется с разными оттенками смысла.

Композицией называют:

предмет художественной деятельности;

творческий метод художника (в общем определении как «способ действия»);

один из способов формообразования в искусстве;

процесс художественного творчества, складывающийся из отдельных, качественно своеобразных этапов;

результат этого процесса, особое качество целостности, проявленное в конкретном произведении искусства;

основной раздел теории искусства, учебную дисциплину, изучающую принципы и закономерности достижения целостности произведения искусства.

Композиция есть особым образом осмысленная и развивающаяся во времени целостность изобразительных элементов. Такая целостность предполагает создание новой художественно-образной реальности, отвечающей требованиям:

новизны;

ясности структурных связей между составляющими элементами;

выразительности (осмысленности);

развития (вариационности).

Композиция возможна только на основе конструктивных связей, которые художественно переосмысливаются.

В художественном творчестве качество выразительности означает меру воплощения душевного в недуховном, духовного в материальном, общего в единичном. При этом выражение выступает в качестве содержания, а композиция – формы; творческий процесс оказывается средством преобразования материала в духовную ценность.

Искусство композиции создает не материальные объекты, а воображаемые модели. Именно поэтому художественное творчество присутствует в материальном мире только номинально, а реально существует в иной, воображаемой Вселенной. Материальная форма произведения искусства рано или поздно уступает разрушающей силе времени. Камень выветривается, краски выцветают, а руины некогда прекрасных городов заносятся песком пустынь. Природа – всего лишь словарь, из отдельных букв и слов которого художник складывает собственные фразы.

Если воображение Творца создало мир как некую целостность, то художественное воображение человека стремится постичь духовное содержание линий, красок, пространства – «причудливые чертежи, похищенные у вечности». Цель, вероятно, недостижимая, но смысл в ней существует. Ф. Ницше выразил подобную мысль категорично: художественное творчество есть «метафизическая деятельность в этой жизни».

Контрольная работа по ассоциативным девизам

С применением законов построения формальной композиции

После подведения итогов теоретического курса видится целесообразным выполнение студентами практического задания, которое будет являться контрольной работой.

Методическая цель: закрепление знаний о принципах и методах формально-композиционной и художественно-образной организации графических систем.

Задача и содержание работы:

1. Создать художественно-композиционную графическую систему на основе образно-ассоциативных представлений, связанных с полученным девизом. Сформировать серию графических листов в соответствии с общими требованиями визуальной организации в единую композиционную систему графических изображений.

2. Определить выбор необходимых средств, способов, приёмов композиции в связи с полученной задачей.

3. Соблюдать цветовое решение в соответствии с полученным заданием. Отдать предпочтение тем выразительным графическим средствам, которые позволят наиболее точно и ярко выявить образные ассоциации, связанные с девизом.

Общие требования:

1. Вид организации композиций в серию – линейный. Этот вид организации предполагает последовательное расположение графических листов и требует для своего воплощения их жесткой последовательности.

2. Тип серии – «из–в». Рассмотреть развитие формы и темы, основанные на одном и том же типе взаимоотношений между составляющими логической системы серии.

3. Основное внимание при разработке серии необходимо обращать на обеспечение соразмерности в соотношении образных и логических начал при художественно-композиционном воплощении смыслового содержания в форму графического построения серии и отсутствие в формальном образе признаков материально вещественной и предметной ассоциативности.

Состав работы: чистовой вариант подачи серии графических листов должен выполняться на листах бумаги одинакового формата (А4). Серии должны включать в себя 5–7 композиций.

Критерии оценки работы:

соответствие композиционной организации характеру решаемой учебной задачи;
выбор и мера композиционных и образных средств решения конкретно поставленной задачи;

гармоничность формообразования композиционных элементов;

высокая художественная культура графического исполнения;

полнота объёма выполненной работы.

Этим заданием завершается первый этап учебного освоения профессиональной грамоты по дисциплине «Композиция».

На протяжении курса «Композиция» внимание студентов было привлечено к творческому освоению основных понятий, категорий, средств, закономерностей и

методов художественно-композиционной организации. Это была стадия теоретического изучения и приобретения практических навыков в области грамматики языка формальной выразительности, причем языка, адаптированного непосредственно к профессиональным целям и задачам проектно-художественного формообразования в дизайне. Весь этот материал систематизировался на базе категорий качественной и количественной меры в их сугубо художественнокомпозиционном понимании.

Опираясь на лекционный материал теоретического курса композиции и на приобретенный опыт практического решения учебных задач, при выполнении контрольного задания, студентам следует раскрыть конструктивно-творческую сущность категории соразмерности в процессе реального художественного проектирования искусственных графических систем.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Организация учебного процесса художественно композиционной подготовки студентов состоит из сложной взаимосвязи теоретических и практических заданий. Ни одна программа, как бы детально и логично не была она разработана, не может заранее предусмотреть все индивидуальные особенности и способности к самостоятельному проектному мышлению студентов.

Курс «Композиция» требует большой творческой отдачи и методической гибкости от ведущего педагога, способного адекватно и непредвзято оценивать творческую работу студентов. Студенческие работы – это демонстрация усвоения и творческого применения законов, категорий и средств композиции в дальнейшей практической деятельности. Творческая индивидуальность автора, его художественные предпочтения формируются с помощью теоретических положений композиционного построения и методических требований педагога.

Процесс профессионального творчества сложен и неоднозначен, поэтому важно, чтобы данный курс помог развитию у студентов способности к самостоятельному взгляду в решении проектных задач, их содержательной глубине и образной точности; к свободному владению средствами композиционной грамоты и графической выразительности.

Библиографический список

1. Ветрова, И. Б. Неформальная композиция: от образа к творчеству / И. Б. Ветрова. – М.: изд. «Ижица», 2004. – 174 с.
2. Власов, В. Г. Большой энциклопедический словарь изобразительного искусства. В 8 т. Т. 1. / В. Г. Власов. – СПб.: Лита, 2000. – 864 с.
3. Власов, В. Г. Большой энциклопедический словарь изобразительного искусства. В 8 т. Т. 3. / В. Г. Власов. – СПб.: Лита, 2000. – 848 с.
4. Голубева, О. Л. Основы композиции: учебное пособие – 2-е изд. / О. Л. Голубева. – М.: изд. дом «Искусство», 2004. – 120 с.
5. Дизайн. Документы – 3. Архитектура, дизайн, искусство: сборник материалов. – Тюмень: Тюменский колледж искусств, 2003. – 160 с.
6. Дизайн. Документы – 4. Архитектура, дизайн, искусство: сборник материалов. – Тюмень: Тюменский колледж искусств, 2004. – 320 с.
7. Ермолаев, А. П. Основы пластической культуры архитектора-дизайнера: учеб. пособие / А. П. Ермолаев, Т. О. Шулика, М. А. Соколова – М.: Архитектура-С, 2005 – 464 с.
8. Ерошкин, В. Ф. Промышленная графика: учебное пособие / В. Ф. Ерошкин. – Омск: ОГИС, 1998. – 264 с.
9. Иттен, И. Искусство формы / Иоханес Иттен. – М.: Издательство Д. Аронов, 2001. – 136 с.
10. Кармацких, Е. А. Плановость цвета в двухфигурных композициях / Е. А. Кармацких. – Омск, 1990. – 19 с.
11. Козлов, В. Н. Основы художественного оформления текстильных изделий / В. Н. Козлов. – М.: Лёгкая и пищевая промышленность, 1981. – 264 с.
12. Краткий словарь художественных терминов и понятий: учебносправочное издание / сост. В. Ф. Чирков. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2003. – 168 с.
13. Ляшева, Л. Т. Стилизация природных форм / Л. Т. Ляшева. – Омск, 1990. – 31 с.
14. Ляшева, Л. Т. Теория графических средств: учебное пособие к практ. занятиям для студентов 1-го курса спец. 05. 24 / Л. Т. Ляшева. – Омск, 1990. – 43 с.
15. Михайлов, С. М. Основы дизайна: учебник для вузов – 2-е изд. / С. М. Михайлов, Л. М. Кулеева. – М.: Союз Дизайнеров, 2002 – 240 с.
16. Словарь русского языка / С. И. Ожигов: Под ред. Н. Ю. Шведовой. – 21-е изд., переработанное и доп. – М.: Рус. яз, 1989 – 924 с.
17. Сомов, Ю. С. Композиция в технике / Ю. С. Сомов – М.: Машиностроение, 1977. – 126 с.
18. Степанов, А. В. Объёмно-пространственная композиция / А. В. Степанов. – М.: Архитектура-С, 2004 – 256 с.
19. Толкачёва, А. И. Дизайн трикотажных изделий: учебное пособие / А. И. Толкачёва. – СПб.: Спец. литература, 2004. – 159 с.
20. Хрущ, В. И. Товарные знаки / В. И. Хрущ. – Омск, 2000. – 27 с.
21. Чернышев, О. В. Формальная композиция / О. В. Чернышев. – Минск: Хорвест, 1999. – 312 с.
22. Яцюк, О. Г. Компьютерные технологии в дизайне. Логотипы, упаковки, буклеты / О. Г. Яцюк. – СПб.: БХВ-Петербург, 2002. – 464 с.



МИНОБРНАУКИ РФ

ФГБОУ ВО

«Уральский государственный горный университет»

ЦВЕТОВЕДЕНИЕ

Методическое пособие

по самостоятельной работе и практические задания

Екатеринбург, 2020

Введение

Основной целью данной дисциплины является овладение **знаниями цветоведения** и колористики.

В самостоятельных занятиях особое внимание обращается на приобретение и отработку навыков работы с поверхностью при помощи цвета, применении умений приобретенных в следствии практических работ.

Основным видом самостоятельных работ по цветоведению является работа над выкрасками и длительной композицией (цветовой анализ произведения искусства). Работе с цветом предшествует воспроизведение монохромных шкал, создание цветового круга из кусочков выкрашенных ранее, изготовление таблиц контрастов и сочетаний.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов могут быть использованы: семинарские занятия, коллоквиумы, зачеты, тестирование, индивидуальное собеседование, защита творческих работ и электронных презентаций. Критериями оценки результатов самостоятельной работы студента являются:

- уровень освоения студентом учебного материала;
- уровень сформированности умений студента использовать теоретические знания при выполнении практических задач;
- уровень сформированности умений студента активно использовать электронные образовательные ресурсы, находить требующуюся информацию, изучать ее и применять на практике;
- уровень сформированности общих и профессиональных компетенций;
- обоснованность и четкость изложения ответа;
- оформление материала в соответствии с требованиями;
- умение четко сформулировать проблему, предложив ее решение, критически оценить решение и его последствия;
- оформление материала в соответствии с требованиями.

Способом оценки результатов самостоятельной работы является, который содержит индивидуальные текущие работы: сообщения, опорные конспекты, тесты, электронные презентации, подборку нормативных документов и др. Это своеобразный дневник («Портфолио-отчет») самостоятельной деятельности обучающегося.

Данное методическое пособие содержит задания на самостоятельную работу с указанием цели и обоснованием времени, затрачиваемым на его выполнение. Приводятся рекомендуемые источники для выполнения задания, форма отчетности. По каждой форме работы приводятся методические рекомендации по ее выполнению и критерии оценки результата.

Понятие о гармонии. Закономерности цветовых гармоний и их виды.

ЦВЕТОВОЙ ДИСАНАНС

Когда люди говорят о цветовой гармонии, они оценивают впечатления от взаимодействия двух или более цветов. Живопись и наблюдения над субъективными цветовыми предпочтениями различных людей говорят о неоднозначных представлениях о гармонии и дисгармонии.

Для большинства цветовые сочетания, называемые в просторечии «гармоничными», обычно состоят из близких друг к другу тонов или же из различных цветов, имеющих одинаковую светосилу. В основном эти сочетания не обладают сильной контрастностью. Как правило, оценка гармонии или диссонанса вызвана ощущением приятного-неприятного или привлекательного-непривлекательного. Подобные суждения построены на личном мнении и не носят объективного характера.

Понятие цветовой гармонии должно быть изъято из области субъективных чувств и перенесено в область объективных закономерностей. Гармония — это равновесие, симметрия сил. 1/1) учение физиологической стороны цветового видения

приближает нас к решению этой проблемы. Так, если некоторое время смотреть на зелёный квадрат, а потом закрыть глаза, то в глазах у нас возникнет красный квадрат. И наоборот, наблюдая красный квадрат, мы получим его «обратку» - зелёный. Эти опыты можно производить со всеми цветами, и они подтверждают, что цветовой образ, возникающий в глазах, всегда основан на цвете, дополнительном к реально увиденному. Глаза требуют или порождают комплиментарные цвета. И это есть естественная потребность достичь равновесия. Это явление можно назвать последовательным контрастом. Другой опыт состоит в том, что на цветной квадрат мы накладываем серый квадрат меньшего размера, но той же яркости. На жёлтом этот серый квадрат покажется нам светло-фиолетовым, на оранжевом - голубовато-серым, на красном - зеленовато-серым, а зелёном - красновато-серым, на синем - оранжево-серым и на фиолетовом - желтовато-серым. Каждый цвет заставляет серый принять его

Последовательный и симультанный контрасты указывают на то, что глаз получает удовлетворение и ощущение равновесия только на основе закона о дополнительных цветах. Рассмотрим это ещё и с другой стороны. Физик Румфорд первым опубликовал в 1797 году в Никольсон-журнале свою гипотезу о том, что цвета являются гармоничными в том случае, если их смесь даёт белый цвет. Как физик он исходил из изучения спектральных цветов. В разделе, посвящённом физике цвета, уже говорилось, что если изъять какой-либо спектральный цвет, предположим, красный, из цветового спектра, а остальные окрашенные световые лучи — жёлтый, оранжевый, фиолетовый, синий и зелёный — собрать с помощью линзы вместе, то сумма этих остаточных цветов будет зелёной, то есть мы получим цвет дополнительный к изъятому. В области физики цвет, смешанный со своим дополнительным цветом, образует общую сумму всех цветов, то есть белый цвет, а пигментная же смесь даст в этом случае серо-чёрный тон. Физиологу Эвальду Герингу принадлежит следующее замечание: «Среднему или нейтральному

серому цвету соответствует то состояние оптической субстанции, в котором диссимилиация — расход сил, затраченных на восприятие цвета, и ассимиляция — их восстановление — уравновешены. Это значит, что средний серый цвет создаёт в глазах состояние равновесия». Геринг доказал, что глазу и мозгу требуется средний серый, иначе, при его отсутствии, они теряют спокойствие. Если мы видим белый квадрат на чёрном фоне, а затем посмотрим в другую сторону, то в виде остаточного изображения увидим чёрный квадрат. Если мы будем смотреть на чёрный квадрат на белом фоне, то остаточным изображением окажется белый. Мы наблюдаем в глазах стремление к восстановлению состояния равновесия. Но если мы будем смотреть на средне-серый квадрат на средне-сером фоне, то в глазах не появится никакого остаточного изображения, отличающегося от средне-серого цвета. Это означает, что средне-серый цвет соответствует состоянию равновесия, необходимому нашему зрению.

Процессы, идущие в зрительном восприятии, вызывают соответствующие психические ощущения. В этом случае гармония в нашем зрительном аппарате свидетельствует о психофизическом состоянии равновесия, в котором диссимилиация и ассимиляция зрительной субстанции одинаковы. Нейтральный серый соответствует этому состоянию. Я могу получить один и тот же серый цвет из чёрного и белого или из двух дополнительных цветов в том случае, если в их состав входят три основных цвета — жёлтый, красный и синий в надлежащей пропорции. ^ В частности, каждая пара дополнительных цветов включает в себя все три основных цвета:

красный - зелёный = красный - (жёлтый и синий); синий - оранжевый - синий — (жёлтый и красный);

жёлтый - фиолетовый = жёлтый — (красный и синий). Таким образом, можно сказать, что если группа из двух или более цветов содержит жёлтый, красный и синий в соответствующих пропорциях, то смесь этих цветов будет серой.

Жёлтый, красный и синий представляют собой общую цветовую суммарность.

Глазу для его удовлетворения требуется эта общая цветовая связка, и только в этом случае восприятие цвета достигает гармоничного равновесия. Два или более цвета являются гармоничными, если их смесь представляет собой нейтральный серый цвет. Все другие цветовые сочетания, которые не дают нам серого цвета, по своему характеру становятся экспрессивными или дисгармоничными. В живописи существует много произведений с односторонне-экспрессивной интонацией, причём их цветовая композиция, с точки зрения выше изложенного, не является гармоничной. Эти произведения действуют раздражающе и слишком возбуждающе своим подчёркнуто настойчивым использованием какого-то одного преобладающего цвета. Нет необходимости утверждать, что цветовые композиции должны быть обязательно гармоничными, и когда Сера говорит, что искусство - это гармония, то он путает художественные средства и цели искусства. Легко заметить, что большое значение имеет не только расположение цветов относительно друг друга, но и их количественное соотношение, как и степень их чистоты и яркости.

Основной принцип гармонии исходит из обусловленного физиологией закона дополнительных цветов. В своём труде о цвете Гёте писал о гармонии и целостности так: «Когда глаз созерцает цвет, он сразу приходит в активное состояние и по своей природе

неизбежно и бессознательно тотчас же создает другой цвет, который в соединении с данным цветом заключает в себе весь цветовой круг. Каждый отдельный цвет, благодаря специфике восприятия заставляет глаз стремиться к всеобщности. И затем, для того, чтобы добиться этого, глаз, в целях самоудовлетворения, ищет рядом с каждым цветом какое-либо бесцветно-пустое пространство, на которое он мог бы продуцировать недостающий цвет. В этом проявляется основное правило цветовой гармонии».

Вопросов цветовой гармонии касался также и теоретик цвета Вильгельм Оствальд. В своей книге об основах цвета он писал: «Опыт учит, что некоторые сочетания некоторых цветов приятны, другие неприятны или не вызывают эмоций. Возникает вопрос, что определяет это впечатление? На это можно ответить, что приятны те цвета, между которыми существует закономерная связь, т.е. порядок. Сочетания цветов, впечатление от которых нам приятно, мы называем гармоничными. Так что основной закон, можно бы было сформулировать так: Гармония = Порядок.

Для того чтобы определить все возможные гармоничные сочетания, необходимо подыскать систему порядка, предусматривающую все их варианты. Чем этот порядок проще, тем более очевидной или само собой разумеющейся будет гармония. В основном мы нашли две системы, способные обеспечить этот порядок: цветовые круги, соединяющие цвета, обладающие одинаковой степенью яркости или затемнения, — и треугольники для цветов, представляющих смеси того или иного цвета с белым или чёрным. Цветовые круги позволяют определить гармоничные сочетания различных цветов, треугольники — гармонию цветов равнозначной цветовой тональности».

Когда Оствальд утверждает, что «... цвета, впечатление от которых нам приятно, мы называем гармоничными», то он высказывает чисто своё субъективное представление о гармонии. Но понятие цветовой гармонии должно быть перемещено из области субъективного отношения в область объективных законов. Когда Оствальд говорит: «Гармония = Порядок», предлагая в качестве системы порядка цветовые круги для различных цветов одинаковой яркости и цвето-тональные треугольники, он не учитывает физиологических законов остаточного изображения и simultaneity.

Чрезвычайно важной основой любой эстетической теории цвета является цветовой круг, поскольку он даёт систему расположения цветов. Так как художник-колорист работает с цветовыми пигментами, то и цветовой порядок круга должен быть построен согласно законам пигментарных цветовых смесей. Это значит, что диаметрально противоположные цвета должны быть дополнительными, т.е. дающими при смешивании серый цвет. Так, в моём цветовом круге синий цвет стоит против оранжевого, и смесь этих цветов даёт нам серый цвет. В то время как в цветовом круге Оствальда синий цвет расположен против жёлтого, и их пигментарная смесь даёт зелёный. Это основное различие в построении означает, что цветовой круг Оствальда не может быть использован ни в живописи, ни в прикладных искусствах.

Определением гармонии закладывается фундамент гармоничной цветовой композиции. Для последней весьма важно количественное отношение цветов. На основании яркости основных цветов Гёте вывел следующую формулу их количественного соотношения:

жёлтый: красный: синий = 3:6:8. Можно сделать общее заключение, что все пары дополнительных цветов, все сочетания трёх цветов в двенадцатичастном цветовом круге,

которые связаны друг с другом через равносторонние или равнобедренные треугольники, квадраты и прямоугольники, являются гармоничными.

Связь всех этих фигур в двенадцатицветном цветовом круге иллюстрирует рисунок 2. Жёлто-красно-синий образуют здесь основное гармоничное трезвучие. Если эти цвета в системе двенадцатицветного цветового круга соединить между собой, то мы получим равносторонний треугольник. В этом трезвучии каждый цвет представлен с предельной силой и интенсивностью, причём каждый из них выступает здесь в своих типично родовых качествах, то есть жёлтый действует на зрителя как жёлтый, красный - как красный и синий - как синий. Глаз не требует добавочных дополнительных цветов, а их смесь даёт тёмный черно-серый цвет. Жёлтый, красно-фиолетовый и сине-фиолетовый цвета объединяет фигура равнобедренного треугольника. Гармоничное созвучие жёлтого, красно-оранжевого, фиолетового и сине-зелёного объединены квадратом. Прямоугольник же даёт сгармонизованное сочетание жёлто-оранжевого, красно-фиолетового, сине-фиолетового и жёлто-зелёного.

Связка геометрических фигур, состоящая из равностороннего и равнобедренного треугольника, квадрата и прямоугольника, может быть размещена в любой точке цветового круга. Эти фигуры можно вращать в пределах круга, заменяя, таким образом, треугольник, состоящий из жёлтого, красного и синего, треугольником, объединяющим жёлто-оранжевый, красно-фиолетовый и сине-зелёный или красно-оранжевый, сине-фиолетовый и жёлто-зелёный.

Тот же опыт можно провести и с другими геометрическими фигурами. Дальнейшее развитие этой темы можно будет найти в разделе, посвящённом гармонии цветовых созвучий.

Однотоновые гармонические сочетания

Однотоновые гармонии цветов (или, как их еще называют в литературе, гармонии теневых рядов) по сути своей очень близки к ахроматическим гармониям. Отличие заключается лишь в том, что основу гармонических сочетаний цветов составляет один какой-либо цветовой тон, который в тех или иных количествах присутствует в каждом из сочетаемых цветов. Контрастируют же эти цвета один с другим только по светлоте и насыщенности. гармония теневой контрастный цвет.

Общий цветовой тон придает однотоновым сочетаниям цветов спокойный уравновешенный характер.

Рассмотрим возможные направления организации однотоновых гармонических сочетаний. В зависимости от задачи гармония может быть организована в разных светлотных диапазонах.

В пределах выбранного светлотного диапазона эффект контраста светлот и насыщенностей цветов может основываться на равноступенности выбранных цветов.

Если цвета, выбранные для сочетания, отделены один от другого разными интервалами, контраст по светлоте и насыщенности выражается сильнее; динамические отношения между цветами вносят в композицию элемент активности, напряженности. В данном случае однотоновые гармонии правильнее именовать гармониями динамического контраста.

Обычно при организации однотоновой гармонии динамического контраста два цвета выбирают с небольшим интервалом между ними, третий же цвет должен отделяться от первых двух большим интервалом. Именно поэтому третий цвет активно контрастирует с первыми двумя, а в композиции активно прочитывается или светлый, или темный рисунок.

Таким способом достигаются и эффекты свечения и горения цвета в хроматических однотоновых композициях. В частности, для достижения эффекта горения нужно, чтобы самый светлый цвет был одновременно и сильно насыщенным, расположенным близко к середине теневого ряда. Кроме того, этот цвет следует располагать на очень небольших по величине площадях.

Для однотоновых гармоний очень важно отношение площадей, занятых сочетаемыми цветами. В случае примерно одинакового распределения площадей всех трех цветов утверждается идея статики. В случае контраста площадей естественно подчеркнуть и контраст по светлоте и насыщенности.

Гармонические сочетания родственных цветов

К родственным цветам в цветовом круге относят все промежуточные цвета, включая один из двух главных цветов, их образующих. Главные цвета, расположенные рядом, не являются родственными, но каждый из них по отношению к промежуточным цветам, примыкающим к нему, может рассматриваться как родственный. Таким образом, родственные цвета объединяет между собой наличие в них примесей двух или хотя бы одного из главных цветов.

В цветовом круге (а точнее в системе цветовых кругов) имеются четыре группы родственных цветов: желто-красные, желто-зеленые, сине-красные и сине-зеленые. Если воспользоваться обозначениями цветов, то группу желто-красных цветов составят цвета 1-6 или 2-7, группу желто-зеленых цветов - цвета 1, 20-24 или 19-24 и т.

Гармония родственных цветов основывается на наличии в них примесей одних и тех же главных цветов.

Анализируя систему из пяти цветовых кругов, можно заметить, что родственные цвета главного цветового круга значительно меньше согласуются один с другим в колористическом отношении (по сравнению с аналогичными родственными цветами в других кругах, несколько разбеленными или затемненными). Композиции, построенные по этому принципу, хотя и смотрятся броско, но обычно характеризуются некоторой грубостью колорита. Чаще в практике приходится встречаться с затемненными или несколько высветленными пастельными насыщенностями родственных цветов.

Важно отметить и другое достаточно распространенное явление в сочетаниях родственных цветов: с гармониями родственных цветов наиболее совместим активный светлотный контраст.

Таким образом, равнонасыщенные цветовые тона одинаковой светлости не могут образовывать тонких цветовых сочетаний. Но достаточно к двум или трем сочетаемым цветам добавить некоторое количество черного или белого цвета, и сочетание сразу становится убедительнее, цвета начинают гармонично соединяться один с другим, подчеркивая и акцентируя внимание на третьем, самом насыщенном цвете.

Многочисленные примеры из практики свидетельствуют о том, что гармония родственных цветов возникает не только при условии, когда количество главного цвета в

сочетаемых компонентах одинаково. Можно поэтому предположить, что обеспечение равных количеств одного из главных цветов отнюдь не является обязательным условием.

Существуют, наверно, иные отношения количеств главного цвета в сочетаемых компонентах (1:2, 2:3, 2:4 и т.д.).

Кроме того, важнейшим условием гармонизации цветов в композициях являются пропорции площадей, занимаемых сочетаемыми цветами, форма этих площадей.

В творческих поисках гармонических сочетаний родственных цветов рассмотренными выше правилами следует пользоваться не догматически, а свободно, творчески.

Гармонические сочетания родственно-контрастных цветов

Сочетания родственно-контрастных цветов представляют, пожалуй, самый обширный вид цветовых гармоний. В системе цветовых кругов родственно-контрастные цвета располагаются в смежных четвертях. Это теплые желто-красные и желто-зеленые цвета, холодные сине-зеленые и сине-красные цвета, теплые желто-зеленые и холодные сине-зеленые цвета, теплые желто-красные и холодные сине-красные цвета. Всего, как нетрудно убедиться, мы имеем четыре группы родственно-контрастных цветов.

Рассмотрим несколько подробнее цвета первой группы - желто-красные и желто-зеленые. С одной стороны, они несут в себе признак родственности, поскольку и в тех, и в других имеется некоторое количество общего чистого желтого цвета: все они в какой-то мере желтоваты по сравнению с другими цветами. Одновременно с этим в желто-красных цветах в разных количествах присутствует чистый красный, а в группе желто-зеленых - чистый цвет, контрастный и дополнительный красному цвету. Таким образом, эти цвета в известной мере несут признак контрастности.

Гармонические сочетания родственно-контрастных цветов различных групп характеризуются повышенной цветовой активностью и сложностью.

Далеко не все сочетания родственно-контрастных цветов в одинаковой степени гармоничны. Особенной гармоничностью обладают сочетания цветов, которые располагаются в цветовом круге на концах вертикальных и горизонтальных хорд (на рис. 2 несколько таких хорд показаны пунктирными линиями). Это объясняется тем, что между такими парами родственно-контрастных цветов существует двойная связь: они состоят из одинакового количества объединяющего главного цвета и одинаковых количеств контрастирующих цветов.

Художественная практика свидетельствует о том, что родственно-контрастные цвета даже в чистом виде, без примесей к ним ахроматических цветов, гармонично соединяются один с другим при условии, когда количество объединяющего главного цвета и количество контрастирующих главных цветов в двух сочетаемых цветах одинаковы. Но художник чаще имеет дело с цветами более сложных оттенков, разбеленными или затемненными. Ощущение эмоциональной выразительности родственно-контрастных цветов, естественно, меняется в зависимости от того, из какого цветового круга выбраны цвета для сочетаний.

Простейшее гармоническое сочетание двух родственно-контрастных цветов значительно обогащается при добавлении к ним одного ахроматического цвета, особенно белого или черного. Аналогично приведенному другое решение, когда к сочетанию двух родственно-контрастных цветов добавляются цвета из теневых рядов этих цветов.

В последнем случае мы имеем один из видов гармонических сочетаний двух теневых рядов родственно-контрастных цветов. В целом эти гармонические сочетания подразделяют следующим образом:

два чистых родственно-контрастных цвета, которые дополняются цветами теневого ряда одного из сочетаемых цветов;

два чистых родственно-контрастных цвета, дополняемых цветами из обоих теневых рядов; один чистый и остальные из теневых рядов родственно-контрастных цветов.

При этом целесообразно чистый цвет окружить цветами теневого ряда данного цвета, а остальные брать из теневого ряда другого цвета и располагать их на некотором отдалении;

Все родственно-контрастные цвета или затемненные, или разбеленные (гармония приобретает более сдержанный колорит, поскольку полярные свойства цветов смягчены).

Подчеркнем: только три, минимум три цвета позволяют в полной мере судить о сочетаниях и отношениях цветов в орнаментальной композиции. В этой связи назовем некоторые другие гармонические связи 3-4 цветов.

Цветовая гармония может образовываться сочетанием цветов, расположенных в вершинах вписанного в цветовой круг равностороннего треугольника. У этого треугольника одна из сторон параллельна горизонтальному или вертикальному диаметру; в противостоящей указанной стороне вершине расположен главный цвет, контрастно-дополнительный тому главному цвету, который входит в состав пары родственно-контрастных цветов. В цветовом круге мы имеем четыре таких равносторонних треугольника, в системе пяти кругов - 20.

У каждой триады цветов два родственно-контрастных цвета уравновешены двойной связью объединяющих и контрастирующих главных цветов. Третий главный цвет лучше затемнить или разбелить.

Другой вид гармонических сочетаний трех цветов: два родственно-контрастных цвета и третий цвет - главный - объединяет первых два цвета. Для примера на рис. 4 показано несколько соответствующих треугольников.

Чтобы придать большую гармоничность сочетанию цветов данной триады, можно уменьшить количество чистого главного цвета его затемнением или высветлением.

Еще один вид гармонических триад образуют цвета, расположенные в вершинах прямоугольных треугольников, при условии, что два катета соединяют пары родственно-контрастных цветов (катеты параллельны горизонтальному и вертикальному диаметрам цветового круга). В каждом из них цвет, который расположен в вершине, противолежащей гипотенузе, является родственно-контрастным по отношению к двум другим цветам, а последние, в свою очередь, связаны между собой контрастными отношениями. Всего таких треугольников в одном цветовом круге можно построить четыре, в системе из пяти кругов - 20.

Сочетания четырех родственно-контрастных цветов образуют на базе прямоугольника, каждая из сторон которого связывает два родственно-контрастных цвета.

Наиболее тесные и активные связи возникают между цветами, когда прямоугольник заменяется квадратом. Цвета, расположенные по диагонали прямоугольника или квадрата, являются контрастно-дополнительными (другие пары цветов - родственно-контрастны).

Гармонические связи родственно-контрастных цветов из трех и четырех компонентов главного цветового круга на практике применяются сравнительно редко. Художники

отдают предпочтение сочетаниям родственно-контрастных цветов из системы цветовых кругов. Во-первых, все рассмотренные выше виды гармонических сочетаний остаются в силе для любого затемненного или высветленного цветового круга. Во-вторых, любые три или четыре родственно-контрастных цвета могут быть сочетаемы с цветами теневых рядов любого из этих родственно-контрастных цветов.

Завершая этот параграф, отметим, что именно в сочетаниях родственно-контрастных цветов со всей полнотой и наглядностью проявляются два основных принципа построения цветовых гармоний: принцип одинаковости и тождественности цветов и принцип противопоставления цветовых тонов.

Гармонические сочетания контрастных и дополнительных цветов

Как было показано выше, гармоническая уравновешенность цветовых тонов может быть обусловлена похожестью, родственностью их по цветовому тону (родственные цвета) или, наоборот, известной противоположностью, несходством их цветовых качеств (родственно-контрастные цвета). А что в этом плане можно сказать о цветах, расположенных в противоположных четвертях цветового круга - о цветах дополнительных и контрастных? Эти цвета не связывает никакая степень родства.

Гармоничность же дополнительных цветов широко известна и подтверждается многочисленными примерами из области изобразительного и прикладного искусств. Уравновешиваются указанные цвета их противоположными антагонистическими качествами.

Ранее отмечалось, что при оптическом смешении дополнительных цветов возникает ахроматический цвет. Известно и то, что отношение длин волн любых цветов, являющихся дополнительными, равно примерно 1,25.

Для нас принципиальное значение имеет выяснение возможности организации гармонических сочетаний контрастных цветов. Важно то, что дополнительные цвета обладают наибольшей цветовой контрастностью, которую даже начинающий художник должен уметь определять визуально. Поэтому для построения гармоний можно строго и не разделять цвета на контрастные и дополнительные (ведь цвета, с физической точки зрения, не вполне дополнительные, образуют сочетания, которые следует рассматривать как контрастные).

Поскольку дополнительные и контрастные цвета обладают наиболее полярными свойствами, их гармонические сочетания характеризуются наибольшей активностью, напряженностью и динамичностью.

Для построения гармонического сочетания контрастных цветов следует сначала выбрать исходный цвет, а затем по цветовому кругу приблизительно определить соответствующий ему контрастный цвет. Один цвет, например исходный, лучше взять предельно насыщенным. Кроме того, рекомендуется цвета брать сближенными по светлоте (активный светлотный контраст снимает цветовую напряженность). Третий цвет в сочетании может быть определен из теневого ряда любого из контрастирующих цветов.

При гармонизации контрастных и дополнительных цветов к одному из них или к обоим цветам можно добавлять ахроматический цвет (белый или черный).

Типы колорита по Гёте:

- гармонический;
- (мажорный);

- нежный (минорный);
- пёстрый;
- фальшивый;
- слабый.

Цветовой диссонанс. Цветовые гаммы: родственные (сближенные), контрастные, смешанные.

Гете принципиально, мировоззренчески расходился с позицией Ньютона и считал, что должен бороться с его «заблуждениями». Он искал принцип гармонизации цветов не в физических законах, а в закономерностях цветового зрения, и надо отдать ему должное, во многом был прав; недаром его считают родоначальником физиологической оптики и науки о психологическом воздействии цвета.

Над своим «Учением о цвете» Гете работал с 1790 по 1810 г, т.е. двадцать лет, и основная ценность этого труда заключается в формулировании тонких психологических состояний, связанных с восприятием контрастных цветовых сочетаний. Гете описывает в своей книге явления цветовой индукции - яркостной, хроматической, одновременной и последовательной - и доказывает, что цвета, возникающие при последовательном или одновременном контрасте, не случайны. Все эти цвета как бы заложены в нашем органе зрения. Контрастный цвет возникает как противоположность индуцирующему, т.е. навязанному глазу, так же как вдох чередуется с выдохом, а любое сжатие влечет за собой расширение. В этом проявляется всеобщий закон цельности психологического бытия, единства противоположностей и единства в многообразии.

В каждой паре контрастных цветов уже заключен весь цветовой круг, так как их сумма - белый цвет - может быть разложена на все мыслимые цвета и как бы содержит их в потенции. Из этого следует важнейший закон деятельности органа зрения - закон необходимой смены впечатлений. «Когда глазу предлагается темное, то он требует светлого; он требует темного, когда ему преподносят светлое, и проявляет свою жизненность, свое право схватывать объект тем, что порождает из себя нечто, противоположное объекту». Вспомним «маятник эмоций», о котором мы упоминали в предыдущей главе.

Опыты Гете с цветными тенями показывали, что диаметрально противоположные (комплементарные) цвета и являются как раз теми, которые взаимно вызывают друг друга в сознании зрителя. Желтый цвет требует сине-фиолетового, оранжевый - голубого, а пурпурный - зеленого, и наоборот. Гете тоже построил цветовой круг, но последовательность цветов в нем - это не замкнувшийся спектр, как у Ньютона, а хоровод из трех пар цветов. А пары эти - дополнительные, т.е. наполовину порожденные человеческим глазом и только наполовину независимые от человека. Самые гармоничные цвета - это те, которые расположены напротив, на концах диаметров цветового круга, именно они вызывают друг друга и вместе образуют целостность и полноту, подобную полноте цветового круга. Гармония, по Гете, - это не объективная реальность, а продукт человеческого сознания.

Требования к выполнению самостоятельных работ.

Сдача работы в обозначенный срок.

1. Наличие работ посвященных сбору материала;
2. Аккуратно выполненные выкраски;
3. Аккуратное выполнение, коллажей;
4. Создание полного списка таблиц растяжек.
5. Выполнение итоговой работы.
6. Правильные ответы на вопросы зачета по дисциплине «Цветоведение»

Качество выполнения работы:

Задание выполнено, но допускались ошибки. Не аккуратное выполнение выкрасок и коллажей. Не правильное оформление.

«Хорошо»

Задание сдано в срок. С соблюдением всех критериев.

Задание выполнено правильно. При творческом, индивидуальном подходе допущены ошибки.

«Отлично»

Задание сдано в срок. С соблюдением всех критериев.

Задание выполнено правильно. Творческий, индивидуальный подход к составлению задания безошибочен.

Представленные работ по качеству и количеству выполнены на высоком уровне.

Задания для внеаудиторной самостоятельной работы

РАЗДЕЛ № 1

СИСТЕМАТИКА ЦВЕТОВ И ИХ ИЗМЕРЕНИЕ

Самостоятельная работа обучающихся № 1. Задание 1.: Коллажи.

Выполнение коллажей на тему времени года, и настроения.

Цель: овладеть техникой работы с разнообразными по форме и цвету элементами.

Описание работы:

1. Аккуратно, но хаотично разрезать журналы на не равные элементы. Из полученных кусочков выложить 4 коллажа. Каждый из которых должен состоять из подобранных друг к другу разноцветных кусочков. Каждый коллаж по отдельности по своему цветовому строю должен отображать какой-либо время года. Либо состояние обучающегося и его настроение в момент изготовления коллажа.
2. Аккуратно выклеить полученные работы. Оформить на лист А3 либо А4

Самостоятельная работа обучающихся № 1. Задание 2: Создание выкрасок.

Выполнение растяжек и выкрасок на тему теплые и холодные цвета.

Цель: Овладеть техникой работы с кроющими материалами (гуашью и акрилом).

Научиться подбирать тона и цвета во время создания выкрасок.

Описание работы:

1. Выполнить выкраски гуашью (шесть выкрасов спектральных цветов) на листах бумаги размером А3. Равномерно, без разводов покрыть листы бумаги нужным цветом, при необходимости смешивая гуашь на палитре. Работа выполняется плоской флейц-кистью параллельными плотными, кроющими мазками, сначала горизонтальными, а затем, после того, как высохнет слой краски – вертикальными.

2. Выполнить растяжку (плавный переход) от спектрального цвета к теплему и холодному его оттенку. Размер выкрасов – А3. Для выполнения растяжки понадобятся две плоских кисти, мягкий флейц, несколько поролоновых тампонов и банка с водой. Двумя плоскими кистями в несколько подходов навстречу друг к другу создаётся общее поле, где колера начинают взаимно смешиваясь и постепенно проникая друг в друга. Равномерность полученному переходу можно придать мягким флейцем (после каждого прохода его нужно промывать и слегка отжимать) или выровнять тамповкой. При выравнивании нельзя возвращаться назад, иначе получится грязь и растяжка будет испорчена. Аккуратно выклеить полученные работы. Оформить на лист А3 либо А4

РАЗДЕЛ №2

АХРОМАТИЧЕСКИЕ И СПЕКТРАЛЬНЫЕ ЦВЕТА

Самостоятельная работа обучающихся № 2. Задание 1.: Таблицы.

Выполнение хроматических и ахроматических таблиц.

Выполнение растяжек и выкрасок на тему ахроматические и хроматические сочетания.

Цель: Овладеть техникой работы с кроющими материалами(гуашью и акрилом).

Научиться подбирать тона и цвета во время создания выкрасок.

Описание работы:

1. Выполнить выкраски гуашью (шесть выкрасов спектральных цветов) на листах бумаги размером А3. Равномерно, без разводов покрыть листы бумаги нужным цветом, при необходимости смешивая гуашь на палитре. Работа выполняется плоской флейц-кистью параллельными плотными, кроющими мазками, сначала горизонтальными, а затем, после того, как высохнет слой краски – вертикальными.

2. Выполнить растяжку (плавный переход) от спектрального цвета к хроматическому оттенку. Размер выкрасов – А3. Для выполнения растяжки понадобятся две плоских кисти, мягкий флейц, несколько поролоновых тампонов и банка с водой. Двумя плоскими кистями в несколько подходов навстречу друг к другу создаётся общее поле, где колера начинают взаимно смешиваясь и постепенно проникая друг в друга. Равномерность полученному переходу можно придать мягким флейцем (после каждого прохода его нужно промывать и слегка отжимать) или выровнять тамповкой. При выравнивании нельзя возвращаться назад, иначе получится грязь и растяжка будет испорчена.

1.3. Аккуратно выклеить полученные работы. Оформить на лист А3 либо А4

Самостоятельная работа обучающихся № 2 Задание 2: Копии.

Итоговое задание по теме монохромных сочетаний.

Из полученных ранее монохромных растяжек вырезать разно-тоновые элементы. И выклеить репродукцию любого произведения живописи.

Цель: Добиться наибольшей выразительности за счет различных по светлоте и насыщенности тонов. Техника выполнения – аппликация.

Овладеть техникой подбора тона и светлости выкрасок.

Описание работы:

1. Выбрать какую-либо живопись известного художника, распечатать репродукцию на формате А4.

Разрезать выкраски в соответствии с выбранной работой. На листе А4 собрать монохромную картинку соответствующую по тонам выбранной работе.

2. Аккуратно выклеить полученные работы. Оформить на лист А4

РАЗДЕЛ №3

ПОВЕРХНОСТНО-ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ СВОЙСТВА ЦВЕТА.

Самостоятельная работа обучающихся № 3. Задание 1: Цветовой круг

Выполнение растяжек и выкрасок на тему цветового круга.

Цель: Овладеть техникой работы с кроющими материалами (гуашью и акрилом).

Научиться подбирать тона и цвета во время создания выкрасок.

Описание работы:

1. Выполнить выкраски гуашью (шесть выкрасов спектральных цветов) на листах бумаги размером А3. Равномерно, без разводов покрыть листы бумаги нужным цветом, при необходимости смешивая гуашь на палитре. Работа выполняется плоской флейц-кистью параллельными плотными, кроющими мазками, сначала горизонтальными, а затем, после того, как высохнет слой краски – вертикальными.

2. Аккуратно выклеить полученные работы. Оформить на лист А3 либо А4

Самостоятельная работа обучающихся № 3. Задание 2: Контрастные отношения.

Выполнение растяжек на тему контрастов.

Цель: Овладеть техникой работы с кроющими материалами (гуашью и акрилом).

Научиться подбирать тона во время создания выкрасок.

Описание работы:

Упражнение

1. Выполнить выкраски гуашью (3 таблицы выкрасок контрастных цветов) на листах бумаги размером А3. Равномерно, без разводов покрыть листы бумаги нужным цветом, при необходимости смешивая гуашь на палитре. Работа выполняется плоской флейц-кистью параллельными плотными, кроющими мазками, сначала горизонтальными, а затем, после того, как высохнет слой краски – вертикальными.

2. Аккуратно выклеить полученные работы. Оформить на лист А3 либо А4

РАЗДЕЛ №4

ГАРМОНИИ, СИМВОЛИКА ЦВЕТА.

Самостоятельная работа обучающихся № 4. Задание 1.: Хроматические сочетания.

Итоговое задание по теме хроматических сочетаний.

Из полученных ранее хроматических растяжек вырезать разноцветные элементы. И выклеить репродукцию любого произведения живописи. .

Цель: Добиться наибольшей выразительности за счет различных по светлоте и насыщенности тонов и цветов. Техника выполнения – аппликация. Овладеть техникой подбора тона и цвета выкрасок.

Описание работы:

Упражнение

1. Выбрать какую либо живопись известного художника, распечатать репродукцию на формате А4.

Разрезать выкраски в соответствии с выбранной работой. На листе А4 собрать хроматическую картинку соответствующую по цветам выбранной работе.

2. Аккуратно выклеить полученную работу. Оформить на лист А4

Критерии оценки самостоятельных работ по дисциплине «Цветоведение»:

При выставлении оценки «отлично» учитываются следующие качества работы:

- правильное композиционное размещение на листе, общее композиционное решение, грамотное пользование техникой гуаши, цветовое решение композиции, аккуратность и законченность работы.

При выставлении оценки «хорошо» возможны небольшие погрешности и незначительные ошибки:

- композиционного плана.

При выставлении оценки «удовлетворительно» возможны следующие ошибки:

- нарушение композиционного расположения на листе, серьезные ошибки в передаче цветовых отношений, неаккуратность в работе, слабое владение техникой.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если в работе допущены серьёзные ошибки и нарушение всех перечисленных выше качеств и закономерностей изображения.

При выставлении оценки работу учитывается также общее впечатление от работы и оригинальность решения представленной композиции.

Форма итогового контроля – зачет

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Цветоведение»

Список основной литературы

1. «Колористика. Цветовая композиция. Практикум»
Автор: Пахомова А. В., Брызгов Н. В.
Издательство: В. Шевчук 2011 г.
2. Миронова, Л.Н. Цвет в изобразительном искусстве / Л.Н.Миронова. – Минск: Беларусь, 2003.

Список дополнительной литературы

1. Купер, М. Язык цвета / М. Купер, А. Мэтьюз. Перевод Т.Новикова. – М.: Изд-во ЭКСМО-Пресс, 2001.
2. Савахата, Л. Гармония цвета. Справочник: Сборник упражнений по созданию цветовых комбинаций / Леса Савахата. – М.: Астрель, 2003.

Программное обеспечение и интернет-ресурсы по цветоведению

2. Библиотека дизайна <http://library.sredaboom.ru/>
3. Color is what? Цвет – Курс колористики для художников-дизайнеров www.lightcolor.iatp.by
4. Колористика. Design как стиль жизни <http://www.rosdesign.com>



МИНОБРНАУКИ РФ

ФГБОУ ВО

«Уральский государственный горный университет»

ПРОПЕДЕВТИКА

Методическое пособие

по самостоятельной работе и практические задания

Екатеринбург, 2020

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Пропедевтика» (Основы композиции) является базовой для формирования профессиональных навыков в сфере художественного проектирования предметно-пространственной среды и в значительной мере определяет уровень и направленность дальнейшей творческой деятельности.

Проблемы композиции, их закономерности, приёмы, средства выражения и гармонизации всегда были и остаются актуальными для специалистов любой творческой профессии. Обучение пропедевтике (основам композиции) базируется на знании и осмыслении творческого опыта, накопленного многими поколениями в области искусства и культуры. Дисциплина «Пропедевтика»

последовательно знакомит студентов с законами и средствами гармонизации композиции. Новые понятия, закономерности, композиционные приемы отрабатываются и закрепляются на практических упражнениях.

Основная цель работы помочь студентам в самостоятельной работе в развитии образно-ассоциативного мышления и творческой фантазии и привить им навыки работы с разнообразными творческими источниками. Способность художника или дизайнера к образно-ассоциативному мышлению является основой творческого процесса, так как любое произведение искусства – это результат ассоциативных и образных представлений о предметах реального мира. Композиция – это средство для выражения художественной идеи.

Источниками возникновения ассоциативного образа является предмет или явления объективного реального внешнего мира, непосредственно наблюдаемые или воссоздаваемые в памяти. Знаменитый архитектор XX века Ле Корбюзье определял композицию как результат интуитивного творчества и сознательного выбора. Знание основ композиции, влияющие на развитие творческой личности, формирует элементарную грамотность восприятия произведения искусств.

Основными задачами дисциплины являются:

- **освоение навыков и технических средств практической деятельности;**
- **развитие образно-ассоциативного мышления;**
- **освоение основных законов и закономерностей композиции;**
- **приобретение практических навыков построения композиции на основе целенаправленного использования закономерностей зрительного восприятия и формообразования;**
- **умение самостоятельно выявлять и ставить задачи композиционных построений, решать их путем экспериментальных графических поисков;**
- **умение использовать задания цвето-колористических гармонических сочетаний в практической деятельности;**
- **развитие творческих способностей целостного видения мира. Закономерности художественного творчества, правила, законы и средства формирования композиции необходимо знать любому будущему художнику, дизайнеру, если он хочет быть профессионалом в своем деле. Точных рецептов для создания идеальной композиции нет. Вкус, чутье, умение видеть окружающую среду и композиционно перерабатывать увиденное в композиции развиваются и совершенствуются в процессе длительной**

практической творческой работы. Знание законов композиции, восприятие своего собственного художественного видения, профессионализм – вот те качества, которые должен воспитывать в себе будущий специалист художественного профиля.

Знание основ композиции, влияющее на развитие творческой личности, формирует элементарную грамотность восприятия произведения искусства.

В сознании каждого из поступающих на первый курс студентов уже сложилось свое определенное творческое восприятие мира. Задача преподавателя, педагога-художника – направить студента на непосредственное восприятие учебных программ высших и средних специальных учебных заведений, ведущих подготовку по специальностям декоративно-прикладного искусства и дизайна.

1. ПОНЯТИЕ КОМПОЗИЦИИ. ВИДЫ И ТИПЫ КОМПОЗИЦИИ

Композиция – способ организации «материала» искусства. Под материалом в данном случае подразумевается не только физическая масса – глина, краски, слово и т.д., но и сюжет, идея, натура – все, что, будучи преобразовано актом творчества, создает художественное произведение в его конечной художественной форме. Композиция – важнейший организующий элемент художественной формы, придающий произведению искусства единство и цельность.

Композиция (от лат. compositio – сопоставление, сложение, соединение частей в единое целое, связывание) – построение художественного произведения, обусловленное его содержанием, характером и назначением, и во многом определяющее его восприятие.

Композиция – система определенных правил художественного произведения, это важнейший организующий момент художественной формы, придающий ему единство и цельность, выразительность и гармоничность.

Гармоническая форма предмета обладает рядом необходимых качеств, она ограничена и целостна, ее части пропорциональны и ритмичны. Вся она соизмерима человеку и предметно-пространственному средовому окружению.

Процесс создания гармоничного и цельного произведения носит название «композиция».

Для того, чтобы будущий художник создавал свое произведение, мог наиболее ярко и полно выразить свой замысел, ему необходимо знание основного закона композиции.

Первое требование основного закона всякое произведение должно быть законченным, цельным и не содержать таких частей и элементов, которые бы разрушали или противоречили его функциональной, художественной или конструктивной сущности.

Второе требование основного закона единства композиции говорит о системе построения целого. Важно определить в композиции главную и второстепенную части, т.к. любая композиция всегда состоит из отдельных частей. Взаимная согласованность и соподчиненность очень важны для создания гармонического единства. Если рассматривать форму как конечный результат творческого процесса, то композиция как раз и является тем способом, тем законом художественного построения, без которого невозможно создание формы, то есть законченного художественного произведения. Композиция – это с одной стороны, творческий процесс создания произведения искусств от начала до конца, от появления замысла до его завершения, с другой – своеобразный комплекс средств раскрытия содержания произведения, основанный на законах, правилах и приемах, служащих наиболее полному, целостному и выразительному решению замысла.

Различают три основных вида композиции: плоскостную (фронтальную), объемную и глубинно-пространственную.

1.1. Фронтальная (плоскостная) композиция К фронтальным относятся все плоскостные композиции, а также композиции, имеющие рельеф.

Композиции на плоскости можно видеть в произведениях живописи, графики, выполненных в традиционных техниках, и произведения, которые смогли появиться только на определенном уровне развития и техники. К ним относятся компьютерная графика, голография, фотографика.

Фронтальная композиция широко используется в произведениях декоративно-прикладного искусства и народных промыслов, дизайна и архитектуры (текстиль, гобелены, ковры, обои, плакаты, витражи). Композиции, выступающие из плоскости, т.е. имеющие небольшой рельеф, также относятся к фронтальным. Они воспринимаются зрителем фронтально и не требуют бокового обозрения. Рельеф позволяет выявить форму и композиционное построение за счет игры света и тени, игры фактуры материала (резные и чеканные изделия, рельефные полотна и ткани, рельефные лепнины, плетеные изделия).

1.2. Объемно-пространственная композиция. К объемно-пространственной композиции относят произведения искусства, имеющие три измерения (длину, ширину и высоту), т.е. параметры, характеризующие объем предмета. Объемная композиция в целом, представляет собой замкнутую трехмерную форму, выполненную с расчетом на восприятие с разных точек обозрения. Такой вид композиции всегда взаимодействует с окружающей средой, которая может увеличить или уменьшить выразительность одного и того же произведения. Примерами объемной композиции являются произведения скульптуры, мелкой пластики, малые архитектурные формы, образцы садово-парковой керамики и архитектуры, произведения декоративно-прикладного и народного искусства, различные утилитарные объемные бытовые предметы будь то художественная керамика и посуда, мебель, одежда, средства транспорта – в общем, все то, что включает в себя дизайн.

Даже в этом простом перечислении чувствуется, какое широкое применение может иметь объёмная композиция в нашей повседневной жизни для создания функциональных и утилитарных предметов, обеспечивающих жизнедеятельность человека. Объёмную композицию разделяют на два типа – симметричную и асимметричную. Симметричная объёмная композиция, имеющая вертикальную ось, имеет самое широкое распространение. Такой вид композиция в основном организует вокруг себя и одинаковое пространство, т. к. все стороны относительно вертикальной оси одинаковы и ориентированы на одинаковое восприятие со всех сторон. Симметричность объёмной композиции придаёт ей уравновешенность и статичность. Асимметричная объёмная композиция имеет широкие возможности для решения неповторимых пластических задач и сложного движения масс. При взгляде на асимметричную объёмную форму можно понять, что она по-разному выглядит с разных сторон обозрения. Такая форма позволяет автору ёмко выразить свой образ, передав всю его многогранность и многоликость. Именно, подобную объёмно-пространственную композицию легче подчинить или развить, вставить в соответствующее пространство или пространство подчинить ей.

Глубинно пространственная композиция соотношение форм и элементов, рассчитанных на восприятие при движении в глубину произведения искусства, воздействует на зрителя не только паузами между ними, т. е. пространством. Влияние пространства неоспоримо сильнее, чем плоскости или объёма.

Примерами глубинно-пространственной композиции могут служить решения архитектурных, садово-парковых ансамблей, театрально-спортивных и зрелищных представлений, шоу разного рода. Сегодня достижения науки и техники таковы, что в

организации временной пространственной композиции используется компьютерная графика, охватывающая сотни метров; звук, наполняющий большое пространство и создающий впечатление присутствия внутри него; видеоряд, проецируемый одновременно на огромные плоскости домов, порой подключаются всевозможные движущиеся или летательные механизмы. Помимо временных глубиннопространственных композиций существуют и стационарные композиции, начиная с композиции города, посёлка и кончая композицией сооружения, находящегося в пространстве. Примерами могут служить садово-парковые решения, экстерьеры, мемориальные комплексы, сложные развязки дорог и объёмная композиция, она требует обозрение с различных точек. Многие композиции рассчитаны на прочтения их с высоты. Автомобиль, самолёт дают возможность человеку воспринять огромные пространственные композиции. Но наряду с таковыми могут быть примеры небольших глубинно-пространственных композиций, таких, как чернильный или туалетный набор на столе, или фарфоровый сервиз, или набор керамических изделий. В них просматриваются те же задачи, что и в глубинно-пространственной крупномасштабной композиции.

2. ОСНОВНЫЕ ТИПЫ КОМПОЗИЦИИ

Для получения исходного материала, чтобы представить себе более определенные группы композиции, легче обратиться к плоскости и графике, к тому, что возникает в прямоугольном формате листа бумаги. Прежде всего, композиция может быть запланированной или случайной, одно свободно перетекает в другое. Простейшие упражнения по композиции для того и делают, чтобы почувствовать разницу форм, графических материалов, типов и вариантов композиционных решений. Прежде всего, стоит определить три основных типа композиции по характеру заполнения листа, не учитывая ни динамики, ни цвета, ни сюжета. Эти типы композиции выбраны по принципу отношения форм к ограничивающему формату изображения. Это разные ситуации, связанные с масштабом изображения.

Это композиция фигур, форм, одной фигуры, размещенных на листе так, что они представлены целиком и пропорциональны листу – ни велики, ни малы, они живут там свободно и естественно, как в своей собственной комнате. Рамка формата листа как бы окно, за которым глубина пространства, в которую можно войти.

Это орнаментальная композиция, которая свободно продолжается и за пределами формата – как орнаментальный рисунок на ткани, рисунок на обоях, как кирпичная стена, как галька на морском берегу, как цветы на лужайке, как трава в поле, как небо с облаками. Это композиция на основе какой-то однородной фактуры и отдельного центра композиции здесь нет. Есть многие связанные или несвязанные друг с другом узлы композиции.

Это композиция, которая была фрагментирована, обрезана так, что в центре оказался фон, или просто белое поле, а сами формы лишь частично попали в нашу рамку, т.е. образовалась композиция в виде «сгущения» или «разбегания». Во всех трёх типах всегда будет существовать выраженный или не выраженный центр композиции. Он может располагаться буквально в геометрическом центре, либо смещен вверх, вниз, в сторону самой формы произведения в прямоугольном, квадратном или другом формате листа.

3. ПРАКТИЧЕСКИЕ УПРАЖНЕНИЯ

Упражнение 1.

Выполнить две композиции в черно-белом (ахроматическом) решении по принципу заполнения центра.

Упражнение 2.

Выполнить две композиции в цветопластическом (хроматическом) исполнении по принципу заполнения центра.

Упражнение 3.

Выполнить две композиции в ахроматическом решении по принципу сплошной заполненности поверхности формата листа.

Упражнение 4.

Выполнить две композиции в хроматическом исполнении по принципу сплошной заполненности поверхности формата листа.

Упражнение 5.

Выполнить две композиции в хроматическом решении, используя принцип пустоты поверхности формата листа.

4. ОСНОВНОЙ ЗАКОН И СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИИ

4.1. Принципы основного закона композиции Любая дизайнерская форма должна быть логически выстроенным целым, не содержащим элементов, противоречащих ее идее.

Всякая проектная форма должна выражать единство главного и второстепенного.

Цельность – основной закон композиции. Он основан на таком восприятии художественного произведения, которое дает возможность сразу охватить его единым взглядом и одновременно заметить его основную часть. Впечатление цельности достигается при помощи композиционно оправданного ограничения общей формы, соразмерностью деталей и частей. При этом сами части не вырываются из общего целого, не кажутся лишними и ненужными. Целостность оптимальное соотношение и взаимодействие частей композиции. Любое художественное произведение должно быть законченным, цельным и не содержать таких частей и элементов, которые бы разрушали или противоречили его художественной сущности. Все части, составляющие композицию, должны работать на общую идею. Взаимная согласованность этих частей и их соподчиненность очень важны для создания гармоничного единства композиции.

Композицию можно считать удачной, если соблюдаются следующие условия:

- ни одна часть целого не может быть изъята или изменена без ущерба для целого;**
- части не могут меняться местами без ущерба для целого;**
- ни один элемент не может быть присоединен к целому без ущерба для него.**

Выразительность – свойство производить впечатление, помогающее зрителю подробнее рассмотреть, изучить это произведение. Доставить эстетическое наслаждение от созерцания выполненного произведения – конечная цель художника, дизайнера.

Целостность композиции – это оптимальное соотношение взаимодействующих частей композиции, где основными признаками принято считать ограниченность – четко определяемое отличие предмета от среды, в которой находится, разделение фигуры и фона; связность-слитность отдельных частей в одно целое; компактность – то оптимальное количество частей, которое может восприниматься одновременно. Композиция становится художественным произведением лишь в том случае, если она обладает еще одним свойством – законченностью.

Законченность композиции – это состояние, при котором у зрителя не возникает желание, что-либо добавить или убрать из произведения. Важным свойством композиции является ее уравновешенность. Уравновешенность – визуальное равновесие произведения определяется таким расположением его элементов, когда каждый из них находится в устойчивом состоянии. Различные факторы равновесия – форма, размеры, цвет, фактура, взаимосвязаны и взаимно дополняют друг друга.

Соразмерность – гармоничное сочетание пропорции, цвета, формы, пластики, движения. Зрительное восприятие начинается с выделения общих структурных особенностей композиции. В первую очередь воспринимается соотношение предмета и пространства. Потом осваиваются отношения между предметами, затем между деталями предметов. И, наконец, создается четкое представление о целом, соразмерность элементов композиции между собой и фигурой человека. Важным признаком композиции является соподчинение, т.е. единство содержания и формы.

Соподчинение – это подчинение всех элементов главной идее композиции. В законченной композиции все взаимосвязано и все подчинено единой цели, идее, художественному замыслу. Если какой-либо элемент хорош сам по себе, но разрушает композиционное единство, его лучше исключить из композиции.

Если между элементами нет ничего общего, они различны, то и целое эти элементы образовать не смогут. Поэтому, ставя задачу организации гармоничной композиции из некоторого количества элементов, необходимо чтобы композиция была едина. Это должно выразиться в единстве пластического решения, образного и смыслового раскрытия темы, в единстве формообразования, колористического и фактурного решения. Единства добиваются путем соподчинения элементов в композиции. Но, прежде чем разбираться в различных вариантах соподчинения, необходимо обратить внимание на организацию композиционного центра в композиции любого произведения искусства. Для того, чтобы композиция произведения была выразительной и целостной, она должна иметь композиционный центр, который может состоять из нескольких маленьких элементов или одного большого.

Композиционный центр – это элемент или часть, выражающая главную идею, которые выделяются на общем фоне окружения, благодаря форме, размерам, богатству проработке деталей и др. факторам. Композиционный центр, располагаясь в активной части композиции, является выразителем художественного образа и несет смысловую нагрузку. Композиционный центр часто не совпадает с геометрическим центром, его расположение всегда продиктовано логикой построения композиции. В ней всегда можно выделить главное и второстепенное, центр и периферию. Даже в орнаментальных композициях, при отсутствии организационного центра, можно выделить главный мотив и сопровождающие его подчиненные мотивы. Смещение относительно геометрического центра придает композиции большую внутреннюю напряженность и пластическую выразительность в раскрытии художественного образа и темы. При организации композиционного центра произведения следует учитывать законы визуального восприятия всей плоскости композиции. Существует и такой принцип построения композиции, когда центром может

оказаться свободное пространство – «пауза». Каким должен быть композиционный центр произведения, решает автор.

Для того, чтобы композиция была выразительной она должна иметь центр, доминанта, которая может состоять из одного большого или нескольких элементов или одного маленького, а может быть и свободное пространство – композиционная пауза. Варианты организации доминанты: выделение одного из элементов в композиции цветом, а остальные элементы и их параметры, размеры и форма могут быть одинаковыми; контрастностью форм; среди округлых по форме элементов располагаются остроугольные фигуры, сгущение элементов на одном участке плоскости композиции по сравнению с довольно спокойным и равномерным их рассредоточением на других участках. Если в композиции, состоящей из простых по восприятию элементов, появляется элемент, сложный по силуэту, то, естественно, он привлечет к себе внимание сильнее, чем группа простых по форме элементов. Это сложный по силуэту элемент за счет своей сложности начнет играть роль доминанты или композиционного центра. Возможны и два варианта композиционного центра, но один из них должен быть ведущим, а другой подчиненный первому, чтобы не возникало спорной ситуации и ощущения неопределенности. Создание композиции, центром которой является композиционная пауза, требует от художника хорошей профессиональной подготовки. Можно предложить несколько вариантов решения художественного образа на основе использования композиционной паузы в произведении. Например, можно создавать движение к центру, который не выражен никакой формой, путем использования одного из средств гармонизации – ритма.

Второй вариант – это расположение элементов, подобных по форме, цвету и фактуре, без какого-либо акцента, представляющий собой как бы багетную раму произведения. Многие авторы отдают предпочтение цветовому единству композиции, соподчиняя центр общей колористической задаче.

Центр может быть решен как самый активный по цвету, контрастный по колористике ко всей гамме, самый темный или самый светлый. Это цветовое единство в решении элементов и всей композиции дает цельность восприятия произведения. Но единство и соподчинение выражается не только в колористическом единстве и соподчинении, а еще и в единстве форм и фактур.

5. ПРИНЦИП ОРГАНИЗАЦИИ И СРЕДСТВА ГАРМОНИЗАЦИИ КОМПОЗИЦИИ

Существуют два способа художественного видения при организации композиции:

• **сосредоточение внимания на отдельных элементах как доминанта всей композиции и восприятия остального только по отношению к ней** • видение в целом, без выделения отдельного элемента композиции, при этом любые детали должны подчиняться целому, утрачивают свою самостоятельность. В такой композиции нет ни главного, ни второстепенного – это единый цельный ансамбль.

5.2.1. Равновесие. Всякая правильно построенная композиция может быть уравновешенной. Равновесие – это размещение элементов композиции, при котором каждый из них находится в устойчивом положении, все элементы сбалансированы между собой. Место нахождения элемента не вызывает сомнения и желания передвинуть его по плоскости листа, но при этом требуется точное зеркальное соответствие левой и правой сторон. Равновесие зависит от расположения основных масс композиции, от организации композиционного центра, от ее пропорциональных членений, от цветовых, тональных и фактурных отношений отдельных частей между собой. Человек всегда тяготеет к равновесию форм, что создает более точный психологический комфорт, гармонию обитания в предметно-пространственной среде. Равновесие по-разному проявляется в симметричных и асимметричных композициях.

5.2.2. Симметрия. Понятие «симметрия» (от греч. symmetria означает «гармония, соразмерность») симметрия – это закономерное расположение равных частей фронтальной или объемной композиции относительно друг друга, при этом под равными подразумеваются как совместимые, так и зеркально равные части. Симметричная композиция всегда создает представления статичности, устойчивости, завершенности и равновесия. Поэтому уравновесить симметричную композицию гораздо легче, чем асимметричную и достигается это более простыми средствами, т.к. симметрия уже создает предпосылки для композиционного равновесия.

Для установления равновесия важны формы, направления, место расположения элементов в композиции. Количественное несоответствие симметричного элемента и плоскости или пространства становится зрительно неуравновешенным.

Неуравновешенная композиция выглядит случайной, необоснованной, вызывающей желание дальше работать над ней, производит перекомпоновку элементов и их деталей. Симметрия – одно из самых сильных средств, обеспечивающих целостность фронтальной или объемно – пространственной формы композиции.

Существуют несколько видов симметрии, которые позволяют создавать различные симметричные композиции. Наиболее распространенным видом является зеркальная симметрия. В ней одна половина композиции расположена относительно другой, как предмет и его отражение в зеркале.

Плоскость симметрии делит изображение пополам на две зеркально равные части. Не менее известен и такой вид как центрально-осевая симметрия. Ее линия, при полном обороте вокруг оси которой, части полностью совмещаются друг с другом. Примерами такой симметрии являются разнообразные орнаментальные композиции, вписанные в круг.

Винтовая симметрия или симметрия винта и спирали – этот вид симметрии образуется посредством вращения элемента вокруг оси и одновременного движения вдоль этой оси.

Если симметрия связывается с равновесием, покоем, то асимметрия говорит об отсутствии равновесия, нарушении покоя. Асимметрия – понятие, противоположное симметрии. В асимметричных композициях элементы симметрии отсутствуют, она больше акцентирует внимание зрителя на динамичности построения произведения, выявляя ее скрытую способность к движению.

Асимметричная композиция более свободна от внутренних формальных ограничений, открыта для всевозможных образно-ассоциативных фантазий художника. Если одну половину квадрата покрасить в черный цвет, а другую оставить белой, то мы получим антисимметричную форму. Антисимметрия – это симметрия с полярными или контрастными свойствами. Антисимметричная композиция лишена элементов симметрии, их целостность и завершенность достигается созданием зрительного равновесия между различными фрагментами формы с контрастными формами. Существуют еще такой вид организации формы, как диссимметрия.

Диссимметрия – это нюансное, еле заметное отклонение от симметрии. Диссимметрия, как правило, проявляется в асимметричности деталей или их расположении в форме, которая в целом симметрична. Диссимметрия используется как художественное средство, которое позволяет «оживить» композицию различными деталями. Но следует помнить, что успех или неудача в ее применении в композиции, зависит от творческого замысла автора. Правильно построенная композиция не может вызывать сомнения и чувства случайности и необоснованности. В симметричных композициях количественное

соотношение тональных и цветовых пятен левой и правой, верхней и нижних частей произведения должно быть примерно равным.

Если же в одной части число контрастных пятен больше, чем в другой, необходимо увеличить пятна в другой части, либо ослабить контрасты в первой. Можно изменять очертания предметов или элементов, увеличить периметр контрастных отношений и т.д.

Симметричное равновесие бывает двух видов, статическое и динамическое.

5.2.3. Статика и динамика. Статичное равновесие возникает при симметричном расположении элементов фигур на плоскости относительно вертикальной и горизонтальной осей формата композиции. Динамическое равновесие возникает при асимметричном расположении фигур, элементов на плоскости, т.е. при их сдвиге вправо, влево, вверх, вниз. Например, крупную фигуру в левой части плоскости в состоянии уравновесить небольшой контрастный элемент в правой части композиции, который активен в силу своих тональных отношений с тоном. Все элементы композиции художником в процессе работы приводятся в гармоничное единство посредством применения различных композиционных средств.

Главнейшим из них является пропорционирование. Пропорциональность, соразмерность частей целого является важнейшим условием гармонии целого.

Чтобы увидеть определенную форму художественного произведения в целом, нужно понять его пропорции, независимо от того простая она или сложная.

5.2.4. Пропорции выделяют ее строение, определяют соотношение величин формы произведения, либо соотношение отдельных элементов и всего произведения в целом. Различают пропорции простые и иррациональные. Простые или арифметические пропорции основаны на кратных и целочисленных соотношениях. В основе их лежит исходная величина-модуль для расчета размеров всей фигуры произведения или его частей. Более сложным является второй тип пропорции, основанный на несоизмеримом (иррациональном) отношении величин, которые достигаются только геометрическим построением, например, отношением сторон квадрата к его диагонали. Продолжая тему единства целостного произведения, можно утверждать, что пропорция и есть именно то средство, в основе которого заложена идея соотношения целого и составляющих это целое, его частей. Поэтому под пропорцией понимается отношение частей целого между собой и этим целым. Пропорции, в основном, выражают соразмерность двух и более отношений, характеризуют гармоническую связь не одной, а нескольких частей. Главным их элементом служит модуль. Он дает возможность производить композиционное построение на основе использования кратных величин, т.е. простого их умножения или сокращения в определенное число раз. Модулем может быть не только число, но и любая величина, не связанная с метрической или другой системой измерения. Им может быть любой элемент композиции, например, ширина и высота прямоугольника. С его помощью можно построить плоскостную модульную сетку, в которую легко вписываются любые пропорциональные величины. На основе такой сетки можно легко построить самые разные пропорционально- композиционные системы. Важно отметить, что точное математическое нахождение тех или иных отношений и пропорций само по себе не является рецептом гармонического построения композиции. Даже применение пропорции «золотого сечения» не гарантирует ей остроты и выразительности. Если принятая соразмерность не отвечает содержанию формы произведения, то она вовсе теряет свое художественное значение. Только, выраженное этой соразмерностью, содержание произведения определяет эффективность ее использования и выразительность построения композиции.

Более сложным видом пропорциональных отношений является подобие друг другу двух и более частей формы по размерным отношениям элементов каждой из них. Метод

подобия в дизайне относится преимущественно к вертикальным и горизонтальным членениям, что позволяет в большинстве случаев рассматривать форму, как систему прямоугольников. Среди этих прямоугольников подобные элементы легче других зрительно связываются друг с другом и образуют единство композиции. Во время работы над композицией мы имеем дело с размерами и величиной, т.е. масштабом объекта.

Масштаб – это соизмерение величин изображаемого предмета по отношению к действительным величинам. Всякая композиция начинается с установления размеров изображения. Крупное изображение зрительно уменьшает формат изобразительной плоскости, мелкое – увеличивает. Масштаб выражает относительную величину формы, соразмерную в той или иной степени с другой исходной величиной, с тем впечатлением, которое производит эта форма на человека. В природе все имеет свой размер, но, чтобы человек реально воспринимая величину видимого ему, необходимо хотя бы подсознательно сравнивать размеры предмета с человеком. Все, что создает человек, он делает для себя и по себе. Неправильно найденный масштаб может оказаться слишком «тяжелым» для восприятия и, наоборот, «измельченность» тоже может повлечь за собой уничтожение художественного образа произведения. Соразмерность произведения и человека, является средством, способствующим созданию гармоничной композиции. Масштаб достигается грамотным применением систем пропорционирования. Расчленяя форму на отдельные детали, можно тем самым добиться нужного масштаба для решения задуманной композиции, что наглядно демонстрирует его ключевую роль в любом произведении искусств, будь то изделия декоративноприкладного и народного искусства, дизайна, графики или живописи.

Масштаб в композиции произведения так же, как любое средство гармонизации, подчинен раскрытию художественной идеи, заключенной в определенную форму предмета. Разделяется он на крупный и мелкий. В соответствии с ним форма предмета может выглядеть либо крупной, монументальной, либо мелкой, легкой. Крупным композиционным масштабом не обязательно отличается большая форма. В большой форме часто поражает абсолютная величина, размер, но не масштаб. Крупный масштаб соотносим со слабо расчлененной формой, мелкий – с сильно расчлененной формой. Всякое членение придает форме мелкий (легкий) характер, подчеркивая при этом ее большие размеры. Владея таким средством, как масштаб, художник способен создавать различные волнующие его художественные образы независимо от размера произведения.

Среди композиционных закономерностей, на основе которых приводятся к гармоничному единству различные формы, выделяют особую группу средств, объединяемых таким понятием, как ритм. Важнейшие признаки ритма – это повторяемость явлений, элементов или форм, закономерность их чередования. Ритм в переводе с греческого буквально означает «такт, мерность». Ритм – наиболее универсальное средство построения художественной формы. Его признаком является повторяемость элементов формы и интервалов между ними на плоскости и в пространстве. Признаки ритма можно встретить во всех сферах окружающей нас действительности: в растительном мире, в человеческом организме, в космических явлениях, во всех жанрах искусства и архитектуры. Повторяемость разных элементов без изменения – это метр.

Для метрических композиций характерна статичность. Статика – это состояние покоя, равновесие. Лучше всего это состояние реализуется с помощью симметричных геометрических мотивов. Метрическая композиция строится на строгом отсчете времени и пространства. В отличие от метра ритм придает композиции динамизм и порождает движение с более сложной характеристикой, динамический ритмический ряд – это сложное проявление ритма при изменяющихся с определенной закономерностью размерных элементах (мотивах) и интервалах между ними.

Ритм проявляется в композиции в следующих случаях:

- чередование равных элементов при измерении интервалов между ними, т.е. сохраняется величина элемента при изменении интервала между ними;
- изменение величин чередующихся элементов при сохранении равных интервалов между ними, т.е. происходит возрастание или убывание элементов при постоянных интервалах;
- изменение и величины элементов и интервалов между ними;
- возрастание или убывание элементов, или интервалов при радиальном их расположении.

Ритм бывает простым, когда меняется какая-то одна закономерность или форма предмета, или цвет, или фактура, или расстояние между элементами и сложным, когда изменение происходит сразу по нескольким параметрам. Например, меняется конфигурация формы, изменения и насыщения по цвету, расстояние между элементами и пр. Ритм не только обогащает композицию, но и помогает её организовать. Без ритма нельзя обойтись как в плоскостной композиции, так и в объемной, пространственной. Направленное расположение элементов метрического и ритмического ряда может быть различным: горизонтальным, вертикальным, радиальным, диагональным, комбинированным. Противопоставление свойств и качеств элементов: цвета, тональности, объемов, величин, направлений, их контраст придает остроту и выразительность композиции. Ритм, помимо его организующей роли в композиции, обладает свойством создавать зрительную динамику. Динамика формы элементов воспринимается зрителем как перемещение его внимания в сторону увеличения или убывания элементов формы. Движение может быть ускоренным, плавным, скачкообразным, переменным. Говоря о ритме, особое внимание следует уделить орнаменту как единству мотива и ритма. Ритм в орнаментальной композиции, являющийся образным отражением важных процессов, происходящих в природе, мире, космосе, теперь стал достоянием художественного творчества. Человек овладел ритмом, как одним из основных средств гармонизации, научился с его помощью создавать сложнейшие выразительные композиции, подобных которым нет в природе. Наряду с ритмом, средствами гармонизации являются контраст, нюанс, тождество.

Средства гармонизации и композиции контраст, нюанс и тождество рождены самой природой и вполне успешно в ней сосуществуют. Если взглянуть на летний луг с множеством трав, какое многообразие тончайших оттенков зеленого можно увидеть в обычной траве! Здесь это цветовой нюанс. А если среди этого богатства зеленых оттенков неожиданным акцентом сияет красный мак?! Это природный контраст. В одном и том же растении видим повторение формы листьев: более крупные находятся внизу, и чем выше, тем мельче они становятся. Это нюанс форм. Если цветок состоит из подобных лепестков, то это тождество. Это доказывает, что средства гармонизации – контраст, нюанс и тождество подсказаны художнику самой природой. Поэтому они нашли такое оригинальное применение в произведениях искусства. Контраст, нюанс, тождество – взаимодополняющие средства гармонии, которые чаще всего не могут существовать отдельно друг от друга.

Если контраст – это резко выраженное различие между двумя однородными свойствами или максимальное изменение качеств изобразительных средств, то нюанс – это слабо выраженное различие, небольшое отклонение, постепенный переход или минимальное изменение качеств изобразительных средств. Нюанс и контраст – указывают на степень и характер различия между частями и элементами произведения. Нюансные отношения, сближенные по форме, по тону, по цвету, по фактуре, объему, размеру

обогащают форму игрой оттенков, деталей. Контрастные же отношения, противопоставляя основные элементы, являются движущим стимулом развития формы. Нюанс и контраст дополняют и обогащают друг друга, контраст подчеркивает нюанс, выявляет игру, нюанс смягчает, дополняет контраст. Нюанс может служить и самостоятельным средством выражения, когда художественное произведение целиком построено на нюансных отношениях, сближенных тонах или одной цветовой гамме. Контраст в первую очередь проявляется в сталкивании предмета и пространства, объема и плоскости, а затем в отношениях между предметами, пятнами, линиями по размеру, форме, цвету, по направлению движения и прочим проявлениям элементов формы. Для того, чтобы контраст заиграл как средство гармонизации, нужно составить ему пару, тогда появится возможность для сравнения. Для примера, контраст большого и малого, круглого и квадратного, черного и белого, гладкого и шершавого, мягкого и твердого, легкого и тяжелого и т.д. Как только появилось это сравнение, появилось и соотношение количества белого и черного, зеленого и красного, малого и большого, поэтому в создании гармоничной композиции очень важен момент соотношения. Когда в композиции имеется полное сходство элементов по размерам, форме, цвету и другим свойствам, то здесь речь идет о тождестве.

Тождество – это подобие однородных свойств, сходство, совпадение, идентичность.

Принцип тождества является самым древним законом взаимодействия элементов, из которых когда-либо возводились обитаемые сооружения. Тождественные элементы в виде стволов деревьев издавна служили материалом для ограничения обитаемых пространств разного рода. Тождественны по форме и величине блоки из камня, кирпичи, панели, окна. На принципе тождества основано построение метрических и некоторых ритмических рядов.

Принцип тождества положен в основу модульных систем в построении орнаментальных композиций.

Контраст, нюанс и тождество можно назвать категориями количественнокачественными, т.к. они выражают сложный процесс накопления количественных изменений в различии форм и перехода их в новое качество. Они играют формирующую, регулирующую роль в создании целостной композиции, определяя меру отношений между другими средствами композиции. Из вышеизложенного следует, что контраст, нюанс и тождество – это средства, которые дают художнику возможность создавать волнующие его художественные образы. В зависимости от доминирования одного средства над другим возникают различные ассоциации и художественные образы, создается эмоциональный настрой всего произведения. Контраст, нюанс и тождество – это композиционные средства, помогающие организовать уравновешенную, единую и соподчиненную композицию, т.е. композицию, гармоническую во всех отношениях. И, наконец, контраст и нюанс – взаимодополняющие средства, которые не могут существовать отдельно друг от друга. Гармония композиции – это сочетание противоположностей, их равновесие.

В процессе обучения теме контраста, нюанса и тождества всегда отводится важная роль. Эти средства композиции дают начинающему художнику возможность создавать разные по звучанию художественные образы в композиции.

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ УПРАЖНЕНИЯ

Упражнение 1.

Выполнить две-три композиции по законам гармонии, активно используя такое средство, как равновесие в черно-белом и цветопластическом исполнении, на основе доминантных отношений.

Упражнение 2.

Организовать и построить пять композиций, отвечающие основным требованиям таким, как равновесие, цельность, единство и соотношение, где центр организован:

1. Самым большим элементом в композиции.

2. Самой сложной по силуэту формой.

3. Самым маленьким по форме элементом в композиции.

4. Группой элементов в композиции.

5. Композиционной паузой.

Упражнение 3.

Построить несколько композиций, где центр организован за счет цветопластического решения:

1. Контрастным по цвету элементом.

2. Самым темным элементом композиции.

3. Самым светлым элементом композиции.

Упражнение 4.

Построить три композиции на модульной основе (элементы букв, цифр, модулей) в черно – белом и цветопластическом исполнении.

Упражнение 5. Построить три композиции, используя законы симметрии, в ахроматическом исполнении.

1. Композиция с зеркальной симметрией.

2. Композиция с осевой симметрией.

3. Композиция с винтовой симметрией.

Упражнение 6.

Построить две динамичные композиции на основе асимметрии, в чернобелом и цветопластическом исполнении.

Упражнение 7.

Выполнить две динамические композиции на основе диссимметрии.

Упражнение 8.

Выполнить две черно- белые композиции на основе антисимметрии.

Упражнение 9.

Выполнить две композиции на основе статики и динамики.

Упражнение 10.

Организовать и выполнить две динамичные композиции с использованием двух разномасштабных элементов в одной композиции.

Упражнение 11.

Организовать и выполнить две композиции, используя простой метрический ряд с геометрическими и растительными мотивами.

Упражнение 12.

Организовать и выполнить две композиции, используя сложный метрический ряд. Элементы и цветовое решение по выбору автора.

Упражнение 13.

Организовать и выполнить три композиции, используя основные метрические ряды. Элементы и цветовое решение по выбору автора.

Упражнение 14.

Организовать и выполнить три композиции, комбинируя метрические и ритмические порядки в одной композиции. Форматы листа, элементы мотивов и цветовое решение по выбору автора.

Упражнение 15.

Построить образно-ассоциативные формы в композиции, используя различные ритмические движения на основе контраста, нюанса и тождества, как в отдельности, так и в сочетании друг с другом.

7. ХУДОЖЕСТВЕННО-ГРАФИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОРГАНИЗАЦИИ

К выразительным средствам графики, используемой как средство передачи на плоскости художественно-декоративной разработки формы, относятся следующие основные элементы изобразительного языка: точка, линия, пятно (тон), цвет, фактура.

7.1. Точка – это графический акцент на плоскости, т.е. от точечного прикосновения карандашом, кистью, пером, фломастером и другими художественными инструментами. Без точки в отдельных случаях просто нельзя обойтись. Активность восприятия точки зависит от ее «одинокости» или от сочетания нескольких точек и других элементов.

Точечное изображение строится на основе точек одинаковой или разной величин. Изображение зависит от выявленных в композиции свойства точек, расположения их на плоскости, относительного размера, силуэта формы, плоскости заполнения, яркости. Точечные изображения в основном используют в орнаментально-декоративных композициях, в графике, офорте, а также в компьютерных и фотографических растровых технологиях. Точку можно использовать для создания фактурного фона, для объемно пространственной разработки формы, для создания впечатления от пространства в плоскостной композиции и пр.

Точечные изображения могут быть использованы в сочетании с линейными, штриховыми, тональными и цветовыми изображениями в плоскостной композиции.

Линия – самый простой и самый экономичный прием в графике и орнаментально-декоративном искусстве. Она способна выполнить одновременно несколько функций: ограничивать форму, определять характер и движение всей формы, ее пропорций.

Линия – это протяженное движение (карандаша, пера, кисти и т.д.) на бумаге. Линия характеризуется протяженностью или развитием на плоскости в одном направлении, например, в длину. Характер линейно- графической формы во многом определяется материалом и техникой ее исполнения (карандаш, перо, фломастер, соус, кисть, палочка). Линия может быть короткой, длинной и бесконечной.

Линия не только выявляет границы формы предмета, но и выражает чувства и переживания художника. Не случайно линии посвящено много восторженных строк. Она легкая и волшебная, жесткая и певучая, стремительная и прихотливая, спокойная и нервная, напряженная и элегантная и др. Линиям свойственно выражение образа. В линии всегда заложено больше движения и эмоций, чем в других средствах. Линия является первоэлементом изображения любой формы. Одна линия – это один уровень ощущений, несколько повторяющихся линий или использование различных графических увеличивают эмоциональное воздействие на зрителя. Линии могут иметь различный начертательный или изобразительный характер – прямые, кривые, ломанные, зигзагообразные, прерывистые, волнистые, толстые, тонкие, жесткие, мягкие и т.д.

Пятно. Пятно (или тон) в организации композиции наряду с линией играет важную роль. Пятно, в отличие от точки и линии, заполняет большую часть графической плоскости композиции. Пятно может быть одинаковым на всей своей площади по светлоте, по цветовому фону, насыщенности, но может на разных изображение. Пятна, из которых строится композиция, бывают темными на светлом фоне и, наоборот, светлыми на темном фоне. Пятно и фон могут отличаться и цветовым тоном. Пятновое или тональное – плоскостная разработка композиции достигается, в основном, за счет применения различного рода заливочных, пастозных и растровых (равномерно заполненных точками или линиями) графических форм. Используя различные конфигурации, силуэты и расположения различных симметричных, асимметричных и других пятен, художник может зрительно изменить пропорции формы силуэта, придавая ей привлекательные черты, что очень важно в его практической работе. Каждая форма может обладать своими специфическими композиционно-художественными свойствами. Например, «заливка» дает ровную, тоновую поверхность, а «отмывка» характеризуется плавным переходом от светлого тона к темному и обратно, «размывка» - мягкими затеками и т.д. Графическитоновая разработка плоскости может быть и передачей текстур разных однородных материалов и разных тоновых элементов.

Коллаж. Для достижения эффекта четкого сочетания силуэтных графических форм используются примеры коллажа и аппликации черной, белой, цветной, однотонной или многоцветной накладных бумаг. Выразительные сочетания сложных по характеру графических форм достигаются за счет применения вырезок из газет, иллюстрированных журналов, проспектов.

Важно учитывать, что композиционное коллажирование решает проблему отвлечения учащихся от конкретных по содержанию графических форм (текстов и фотоизображений) и обращает их внимание на формальную композицию. Поэтому в коллаже оправдано использование условного текста и изображения. Подбор их только в плане композиционного сочетания графических фактур и достижения художественных качеств формальной композиции является основополагающей задачей для начинающего художника.

Фактура – это характер поверхности предмета, определяющийся свойствами материала, из которого он состоит, и способом его обработки, воспринимается нами обычно зрительно и осязательно, проводя рукой по поверхности предмета. Элементы фактуры могут быть различными и могут занимать промежуточное место между такими состояниями плоскостной композиции, как гладкая поверхность и рельеф.

Фактура – это такое средство выражения художественного образа, влияние которого сказывается при непосредственном восприятии произведения.

Только тогда ощущается вся значимость фактуры в формировании и раскрытии образа. Ассоциации, навеянные той или иной фактурой, могут в течение длительного времени оставаться в нашей памяти. Например, мягкие, шероховатые, вязкие фактуры ассоциируются с покоем и тишиной, а колючие, блестящие фактуры – агрессией. Фактура может вызывать у зрителя различные эмоциональные ощущения, оказывать на него психологическое воздействие.

Она может быть приятной и неприятной, бесконечной и монотонной, радостной и скучной, роскошной и корявой, нежной и колючей, мягкой и твердой.

Разнообразие и неповторимость фактур дают широкие возможности для создания художественного образа.

Фактуру формы по-разному заставляют зазвучать свет и освещение. Освещение – это одно из средств выражения художественного образа. При различном освещении неодинаково будет работать фактура. Прямое, яркое освещение четко подчеркивает все неровности поверхности, рассеянное освещение, смягчает фактуру, подчеркивает ее естественность. Фактурная поверхность плоскостной композиции отличается большим разнообразием, ее пластический характер выявляется тем сильнее, чем она сильнее выступает из плоскости. С дальних точек фактура может выглядеть просто гладкой поверхностью.

Различие видов рельефов, так же как и фактур, выражается в крупности – количестве и величине элементов, образующих рельефную поверхность. Так, например, для выполнения рельефной поверхности, задуманной композиции используют способ «оригами» – японское искусство скульптуры из бумаги, который помогает автору создавать самые разнообразные пластические формы при помощи трансформации плоского листа бумаги в объёмные формы за счёт его сгиба или сложения в ребристые формы, складывания, надрезания, перфорирования и т.д. Рельефная пластика предмета представляет собой наложенные на плоскость или вырезанные в ней подобные элементы, позволяющие выполнять самые разнообразные композиционные задачи построения рельефных пластических композиций острого, динамического характера.

Художественно-графические средства: точка, линия, пятно, графические и смешанные фактуры позволяют даже в черно-белом графическом изображении достигать большой выразительности при их различных комбинациях. Выбор того или иного графического средства зависит от замысла автора, от материала и средства, из которых будет выполняться та или иная плоскостная или фронтальная композиция. Необходимо отметить, что большое значение в выявлении характера любой формы имеет цвет, точнее, ее цветовая или цветопластическая моделировка. За счет цветовой моделировки могут выделяться главные элементы, как в рельефной, так и в плоскостной композиции. В то же время цвет может подчеркивать характер или обогащать эту композицию, зрительно нарушая принятый в ней пластический строй.

Цвет и колористика. В организации плоскостной композиции огромную роль играют цвета и колористика. С композиционной точки зрения цвет представляет собой специфическое средство, вызывающее у зрителя дополнительные эмоциональные ощущения по поводу графической формы. Чтобы понять значение цвета, как средства выражения художественного образа, необходимо разобраться в его природе. Ощущение цвета, вызываемое светом, в значительной степени обуславливается психофизиологическими законами восприятия. Можно говорить, что цвет есть ощущение в результате совместного действия явлений физики и психофизиологии. Естественной

шкалой цветовых тонов является спектр солнечного цвета (как радуга), в котором цвета расположены в такой последовательности: красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синий, фиолетовый. Помимо спектральных цветов, в природе существуют пурпурные цвета, которых в спектре нет. Эти цвета мы воспринимаем как результат смещения красного и фиолетового спектральных цветов. Человеческий глаз легко различает не только разные цвета, но и их оттенки, отличные один от другого по светлоте и насыщенности. Все цвета во всем их многообразии делят на две большие группы: цвета ахроматические и цвета хроматические. Группа ахроматических цветов включает белый, черный и серый. Причем серый цвет имеет множество оттенков, которые отличаются один от другого только светлотой, т.е. ахроматическими называют те цвета, которые не имеют цветового тона и отличаются только по светлоте один от другого.

В художественной практике часто используются трехтоновые ахроматические композиции, состоящие из черного и белого цветов и их сочетание разной светлоты. В сочетании из трехтонов и более идет светлотное смягчение контраста белого и черного, появляется богатство светлых оттенков серого цвета. Ступенчатые градации по светлоте – это постепенное, различимое глазом насыщение белого черным или черного белым цветом. Такой прием в художественной практике называют «растяжка цвета». Растяжка цвета дает навыки в работе с ограниченной гаммой цветов. При использовании растяжек белого и черного цветов интересные результаты получаются с применением эффекта внутри формы и «краевого контраста», при котором белый и черный цвета расположены в виде контуров, линий, обводок. Можно добиться эффектов «свечения», или «горения» светлого цвета, округлив мотив концентрическими растяжками светло-серого, постепенно доходящего до черного цвета.

Следующим этапом в изучении тонких цветовых сочетаний является применение так называемый ограниченной гаммы, когда к белому и черному цветам добавляется только один любой хроматический цвет.

Хроматические цвета – это чистые цвета спектра цветового круга. Все они различаются по цветовому тону, т.е. выражают качество цвета, благодаря которому данный цвет отличается от другого различной степенью цветности. У одних цветов, например, спектральных, цветовой тон выражен очень резко, у других - едва заметно. Здесь мы имеем дело с такой характеристикой цвета, как насыщенность. Следовательно, основными свойствами цвета являются цветовой тон, светлота и насыщенность. Цветовая гармония есть цветовое равновесие, цветовая уравновешенность. Под цветовой уравновешенностью понимается такое соотношение и такие цветовые качества, при которых они не кажутся чуждыми один другому и ни один из них не преобладает излишне. Уравновешенность цветов можно достичь тремя способами - равными количествами основных цветов, равной светлотой и равной насыщенностью. Два цвета более гармоничны, если при их смешивании получается нейтральный серый цвет. Это гармония и гармоничность дополнительных цветов по цветовому кругу. Существуют также понятия гармоничности родственно-контрастных и родственных цветов. Гармонизация родственных цветов возможна лишь при условии ослабления насыщенности основных цветов или других цветов, либо уменьшения их активности путем затемнения. Выбор тех или иных гармонических сочетаний является эффективным средством в художественном поиске. Гармоничные сочетания цветов не надо рассматривать как точный закон, это реализация основных направлений творчества, это возможность получения различных по эмоциональному звучанию, сочетаний цветов. Знать закономерности построения цветовых гармоний необходимо, но пользоваться им следует свободно, развивая творческую индивидуальность, чувство нового и современного.

8. ПРАКТИЧЕСКИЕ УПРАЖНЕНИЯ

Упражнения 1.

Построить пять композиций с использованием точек разной величины со следующими ритмами:

- равномерным, упорядоченным;
- неравномерным с элементом беспокойства, разрушения;
- с акцентом;
- впечатление от пространства;
- движение.

Упражнение 2.

Построить три – четыре композиции с использованием точек разной величины в комбинации с различными ритмами.

Упражнение 3.

Создать композиции с использованием жестких линий с целью достижения эффекта:

- 4. рельефа;
- 5. пространства;
- 6. разрыва;
- 7. объема;
- 8. вращения.

Упражнение 4.

Создать композиции с использованием мягких линий с целью достижения эффекта объемности различных природных форм.

Упражнение 5.

Построить три – четыре композиции, где сочетались бы точки разной величины и линии для создания разнovidных биоформ.

Упражнение 6.

Построить три – четыре композиции в цветопластическом исполнении, где сочетаются точка, линия и тон.

Упражнение 7.

Построить четыре-пять композиции в пятновом силуэтном изображении.

Упражнение 8.

Создать композицию на плоскости листа с использованием различных графических приемов:

- растяжка, - набрызг, - тамповка, - монотопия;
- отмывка, - протирка, - печать;

-заливка, -напыления, -клякса;

для достижения пятнового тонально-плоскостного разнообразия в композиции.

Упражнение 9.

Создать композиции на плоскости листа, используя разнообразные варианты аппликации и коллажа для достижения различных эффектов (рельефных и плоскостных) по выбору автора.

Упражнение 10.

Построить четыре – пять композиции в цветопластическом исполнении, где сочетаются все художественные средства построения в одной композиции, формат листа по выбору.

Упражнение 11.

Создать композиции на плоскости листа, используя различные варианты фактур и цветовых эффектов. Формат и количество композиции по выбору автора.

9. ЗРИТЕЛЬНЫЕ ИЛЛЮЗИИ В ПЛОСКОСТНОЙ КОМПОЗИЦИИ

Иллюзия (от латин. illusio – обман) – искажение восприятия действительности, обман восприятия, т.е. видимое качество предмета не соответствует действительности. Иллюзиями зрительного восприятия называют возникающие впечатления искажения размера, формы, цвета, пропорции предметов при определенных условиях их восприятия. То есть оптический эффект зрительных иллюзий заставляет нас обманываться: то, что мы видим, не соответствует реальности. Конечно в восприятии иллюзий, как и во всех других видах восприятий, сказываются индивидуальные различия. На одних иллюзия действует сильнее, чем на других. Однако обычно мы находим лишь количественную разницу, но не изменения направления иллюзий. В то же время не все иллюзии имеют одинаковую силу и навязчивость. Каждый сам может убедиться в том, что в одних иллюзиях трудно себя разубедить, а другие иллюзии оказывают более слабое действие. Известно, что геометрические фигуры, состоящие из прямых линий, правильных окружностей и других правильных форм, кажутся искаженными и неправильными из-за того, что их пересекают косыми линиями или пучком лучей, характерным для зрительных иллюзий в нашем случае, является то, что они изучаются на плоскости рисунках и обуславливаются дополнительными зрительными элементами. Во многих случаях зрительное впечатление зависит от того, что заполненное расстояние кажется больше, чем равное ему незаполненное. Промежуток, заполненный элементами или разделенный на части, кажется больше, чем пустой и неразделенный. Вследствие этого на рисунке левые заполненные расстояния кажутся больше, чем равновеликие пустые промежутки справа. Прямоугольник с поперечными полосками кажется выше и уже, чем прямоугольник, заполненный продольными полосками, параллельные линии (горизонтальные и вертикальные) кажутся изогнутыми в середине и расходящимися в середине. Вертикальные параллельные линии, пересекаемые короткими косыми, кажутся расходящимися. Рассмотрим контраст линий, углов и площадей. Обычный угол, окруженный большими кругами, сам кажется меньше, чем равный ему, находящийся между меньшими углами. Круг среди маленьких кругов кажется больше, чем такой же круг, помещенный дальше от вершины. Левая граница, образуемая кругами, кажется изогнутой, на самом деле она прямая. Четыре горизонтальные прямые одной длины, но кажутся они различными. Можно сказать, что чем больше угол, тем длиннее кажется горизонтальная линия.

Такую же линию можно иллюзорно удлинить или укоротить за счет обращения углов внутрь и наружу.

Своеобразный вид иллюзий представляет случаи, когда целая фигура для нашего восприятия заменяется другой и, не смотря на свое наличие, глазом не обнаруживается или обнаруживается с трудом. Рассмотрим извращающее влияние фона на фигуру. Фон может быть простым и сложным, а вместо квадрата мы видим уже не квадрат, а неправильный четырехугольник; не круг, а неправильную фигуру. Хорошим фоном для подобных иллюзий может служить ряд концентрических треугольников, кругов или квадратов. Еще один вид иллюзий представляет для нас интерес. Это иллюзное восприятие движений в композиции. Фигуры, приведенные в легкое движение, порождают еще дополнительные кажущиеся движения. Если начать слегка вращать фигуру, то мы увидим концентрические круги, сбегающиеся, сжимающиеся к середине, или наоборот, при вращении в другом направлении – расширяющиеся круги. При вращении второй фигуры белые полосы начнут как бы производить змеевидное движение. Третий вариант, где треугольные фигуры производят динамическое впечатление движения.

Особым видом зрительных иллюзий являются так называемые «обратимые иллюзии». Сущность их в том, что им можно добавить попеременно то одно, то другое толкование. Можно увидеть либо белый мотив рисунка на черном фоне, либо черный мотив на белом. Примеры подобных видов композиции мы встречаем в окружающей нас предметно-пространственной среде (это черно-белая керамика, используемая в интерьерах общественных и жилых помещений, черно-белая шахматная доска, черно – белые орнаментальные композиции с рисунком «пье де пув», в разнообразных вариантах и решениях в текстиле и одежде, черно-белая графика). Зрительные иллюзии, создаваемые цветом, представляют большой интерес для научного специального исследования. В нашем случае, мы лишь перечислим из иллюзий цвета те, которые ведут к изменению цветового впечатления и частичного изменения восприятия формы в плоскостной композиции. Из множества иллюзий цвета мы берем лишь, те которые влияют на форму и изменение цветового впечатления этой формы. Светлые предметы на темном фоне кажутся больше, черный квадрат на белом фоне кажется меньше, чем белый на черном. Это связано с эффектом иррадации. Кажущееся увеличение площади может зависеть и от цветового тона. Если взять два одинаковых квадрата – оранжевый на синем фоне и синий на оранжевом, то оранжевый квадрат покажется больше синего. Обычно кажутся больше предметы, окрашенные в теплые цвета.

Предметы, окрашенные в холодные цвета, кажутся меньше. Более навязчивые яркие цвета находясь на одном расстоянии с менее ярким, кажутся ближе. Яркие цвета, в которых больше цвета, выступают вперед, они кажутся ближе. В большинстве случаев выступающие вперед – это теплые цвета: желтые, оранжевые и красные, а отступающие – холодные: синие, фиолетовые и голубые. Зеленые занимают промежуточное положение. В прочем бывают случаи, когда выступающими будут казаться и синие цвета.

Рассмотрим теперь контраст форм и размеров рисунка. Маленькая форма рядом с большой кажется еще меньше, большая форма в окружении маленьких кажется еще больше. Или, например, если серый предмет на черном фоне кажется светлее, чем на белом, то тем самым он кажется и больше, если такой же предмет на зеленом фоне, то он кажется краснее, он приобретает как бы цветность и некоторую тенденцию выступать вперед. Еще один случай иллюзорного контраста. В этом примере четкая форма извращается в некоторой степени и ей придается несколько иной вид. На перекрещивании белых линий видим неустойчивые грязносерые пятна. Если начать фиксировать какой-нибудь один белый перекресток, он покажется чистым, но на других будут видны пятна. Тяжесть цвета, оформляющие функции цвета, деформирующие окраски, колористики – все это необходимо принять во внимание при окончательном решении вопроса о формировании плоскостной композиции и роли цвета в ней.

Знание законов оптических иллюзий помогает будущему дизайнеру придать отдельным элементам, будь это плоскостная, фронтальная или объёмно-пространственная композиция, более точное соответствие замыслу.

10. ПРАКТИЧЕСКИЕ УПРАЖНЕНИЯ

Построить две – три композиции с иллюзией заполненного промежутка.

Упражнение 2.

Выполнить две композиции, используя прямоугольную фигуру с поперечными и продольными черно-белыми и цветовыми полосками с целью достижения эффекта разномасштабной иллюзии в одной композиции.

Упражнение 3.

Выполнить две композиции, создающие эффект сужения и расширения элементов.

Упражнение 4.

Выполнить две – три композиции с эффектом иллюзии на основе контраста.

Упражнение 5.

Выполнить две – три композиции, где используются зрительное искажение фигуры фоном.

Выполнить две-три композиции, создающие иллюзорное движение фигур.

Упражнение 7.

Выполнить две – три композиции, создающие объёмные иллюзорные формы фигур.

Упражнение 8.

Выполнить две – три композиции в черно-белом исполнении для достижения обратимой иллюзии.

Упражнение 9.

Выполнить две – три композиции, в виде заполненного центра с иллюзорно-объёмными фигурами разного вида, формата листа, элемента фигуры и цветопластического решения по выбору автора.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном учебном пособии сделана попытка рассмотреть вопросы пропедевтики основ композиции, опираясь на многолетний опыт преподавания в высшей школе. Обучение «Пропедевтике» (Основам композиции) основывается на знании и осмысления опыта, накопленного человечеством в области искусства. Эти теоретические знания необходимо углублять на практических занятиях студентами. Именно практические занятия позволяют воплотить полученные знания в гармоничные композиции.

Курс «Пропедевтика» дает студентам первоначальную возможность в стенах вуза осмысленно подойти к самому процессу творчества. В то же время именно здесь проявляется личный опыт в процессе создания художественного произведения, его образа, используя художественные графические средства. Основы и законы композиции, средства гармонизации композиции дают возможность студенту осмысленно проанализировать работы известных мастеров искусств, увидеть, что в художественном произведении все элементы зависят друг от друга и составляют единое целое.

Практические упражнения закрепляют рассмотренные понятия и приобщают студентов к первым творческим шагам, к изобретательности в своих начальных композиционных поисках. Все упражнения распределяются по порядку, от простых к сложным в конце каждого раздела. Для создания идеальной гармоничной композиции точных рецептов нет. Вкус, чутье, умение видеть окружающее и перерабатывать увиденное в ту или иную композицию развиваются и совершенствуются в процессе длительной практической творческой работы.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Арнхейм Р. Искусство и визуальное восприятие. – М.: Прогресс, 1974. – 390 стр.
2. Бесчастнов Н.П. Черно-белая графика. – М.: Владос, 2006. – 272 стр.
3. Беляева-Экземплярская С.Н. Моделирование одежды по законам зрительного восприятия. – М.: Академия моды, 1996. – 113 стр.
4. Волкотруб И.Т. Основы комбинаторики. – Киев: Выс.шк., 1986. – стр.
5. Герчук О.Я. Что такое орнамент? – М.: Голарт, 1988. – 328 стр.
6. Голубева О.А. Основы композиции. – М.: «Сварог и К», 2008. – стр.
7. Гусейнов Г.М. Основы композиции (Пропедевтика): учебно-методическое пособие. – ГГХПИ, 2008. – 50 стр.
8. Гусейнов Г.М. Ермилова В.В. и др. Композиция костюма. – М.: Академия, 2003. – 432 стр.
9. Иттен И. Искусство формы. – М.: издатель Д.Аронов, 2001. – 136 стр.
10. Иттен И. Искусство цвета. – М.: издатель Д.Аронов, 2000. – 96 стр.
11. Козлов В.Н. Основы художественного оформления текстильных изделий. – М.: Лёгкая и пищевая промышленность, 1981. – 264 стр.
12. Логвиненко Г.М. Декоративная композиция. – М.: ВЛАДОС, 2005. – 144 стр.
13. Светлова Л.П. Азбука орнамента. – М.: «Гном и Д», 2001. – 128 стр.
14. Устин В.Б. Композиция в дизайне. – М.: Аст Астрель, 2006. – 240 стр.
15. Чернышев О.В. Формальная композиция. – Минск: Харвест, 1999. – 310 стр.
16. Хольцхай М. Виктор Вазарели. – М.: АРТ – РОДНИК, 2005. – 96 стр.



МИНОБРНАУКИ РФ

ФГБОУ ВО

«Уральский государственный горный университет»

ДИЗАЙН ПИРОДНОГО КАМНЯ

Методические указания
по самостоятельной работе

для студентов направления
Технология художественной обработки материалов
очного обучения

Екатеринбург
2020

ВВЕДЕНИЕ

Поиск новых дизайнерских технологических и композиционных решений для создания современных художественных изделий связан, как правило, с применением новых материалов, совершенствованием способов их обработки. Это способствует расширению художественных образов и форм, цвето- текстурных композиций, улучшению потребительских свойств выпускаемых изделий.

Технологические возможности получения разнообразных по назначению изделий из камня на сегодняшний день очень широки. Однако, выпускаемые промышленностью изделия ограничены по номенклатуре, а также предполагают ряд сложных технологических операций по обработке и большое количество отходов ценного природного материала.

В настоящее время вопросы использования минеральной каменной крошки в художественно-декоративных целях изучены недостаточно. Применение композита на основе отходов камнерезного производства и полимерного связующего определяет ряд художественных и технологических проблем, требующих разработки научно-методического обеспечения, позволяющего моделировать их декоративные и физико-механические свойства и характеристики, что подтверждает актуальность данной работы.

1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ОБРАБОТКИ КАМНЯ

1.1 Художественные изделия из камня и их свойства

Камнерезные художественные изделия - изделия, выполненные из цветных природных камней, в том числе с отделкой декоративных или вспомогательных элементов недорогими металлами или без них, применяемые в качестве украшений, предметов быта и интерьера. Художественные изделия с резьбой по камню классифицируют по назначению, материалу, способу резьбы и тематике [1].

Изделия подразделяются на декоративные, служащие только для целей украшения, и на утилитарно-декоративные, которые наряду с декоративными имеют и служебное назначение, являясь бытовыми предметами.

К декоративным относятся вазы, панно из камня, мозаика, настольная скульптура, ювелирные украшения; к утилитарно-декоративным – письменные приборы, посуда, пепельницы, шкатулки различного назначения, настольные лампы и другие предметы мебели. В общественном интерьере камнерезные художественные изделия выставляются на специальных подставках — консолях или в застеклённых витринах и стендах. В бытовой обстановке применяются в качестве настольных украшений и декоративных предметов, дополняющих убранство письменного стола, туалетного столика, застеклённой полки книжного шкафа или полки для книг.

Поделочные камни, служащие для изготовления камнерезных художественных изделий, подразделяются на твёрдые, средней твёрдости (полутвёрдые) и мягкие [2].

Изделия из твёрдого и полутвёрдого камня отличаются от изделий из мягкого камня не только большей твёрдостью и прочностью, но и технологией обработки, характером оформления, ассортиментом. По шкале твёрдости твёрдые поделочные камни имеют значения от 5,5 до 7, поверхность их нельзя поцарапать ножом. Камни средней твёрдости имеют значения твёрдости 3,5- 4 и легко царапаются ножом. Твёрдость мягких камней 1,5 - 2,5, они легко царапаются ногтем и режутся ножом. В таблице 1 приведена

подборка минералов для определения твёрдости методом царапания, предложенная в 1811 г. немецким минералогом Фридрихом Моосом [3].

Таблица 1 – Шкала твёрдости минералов по Моосу [3]

Эталонный минерал	Твердость	Обрабатываемость	Другие минералы с аналогичной твердостью
Тальк	1	Скоблится ногтем	Графит
Гипс	2	Царапается ногтем	Хлорит, галит
Кальцит	3	Царапается медной монетой	Биотит, золото, серебро
Флюорит	4	Легко царапается ножом	Доломит, сфалерит
Апатит	5	С трудом царапается ножом	Гематит, лазурит
Ортоклаз	6	Царапается напильником	Опал, рутил
Кварц	7	Царапает оконное стекло	Гранат, турмалин
Топаз	8	Легко царапает кварц	Берилл, шпинель
Корунд	9	Легко царапает топаз	Сапфир, рубин, карбид вольфрама
Алмаз	10	Не царапается ничем, легко царапает корунд	Эльбор

К группе твёрдых поделочных камней относятся: орлец (родонит), яшмы, халцедон (агат), малахит, нефрит, лазурит, жадеит, амазонский камень, кварцит и др.

К группе камней средней твёрдости относятся мрамор, порфир, оникс, травертин, амазонит, змеевик, мраморовидные известняки. Особенно широкое применение в изготовлении камнерезных художественных изделий имеет мрамор.

К группе мягких камней относятся гипсовый камень, селенит, серпентин, кальцит, тальк, янтарь [4].

По способу обработки и резьбы художественные камнерезные изделия подразделяются на изделия с объемной резьбой и с гравировкой [5].

По тематике они делятся на изделия, отображающие труд и быт людей, животный мир, памятники старины и т. д.

Испокон веков человечество, несмотря на трудность добычи и обработки, применяло природный камень в различных целях: строительстве, архитектуре, художественной резьбе, быту, ценя камень за красоту и долговечность. Достижения науки и техники позволяют существенно облегчить добычу, снизить стоимость его обработки и в значительной степени интенсифицировать камнеобрабатывающее производство.

В современном камнерезном и ювелирном производстве используется около ста видов цветных камней, разнообразных по составу минералов, обладающих естественной декоративностью [6].

Технология обработки твёрдого и полутвёрдого камня состоит из следующих этапов: сортировки сырья, распиловки, сверловки (ощипки), подбивки, шлифовки, полировки. Камень сортируется по окраске и рисунку. Существенным показателем качества, на который обращают внимание при сортировке, являются однородность и отсутствие трещин. Распиловка твердого камня производится на механических дисковых пилах или на алмазном резном станке, в котором между обрабатываемым камнем и рабочей поверхностью пилы помещается алмаз, которым натравливается железная пила. Сверловка,

резание и разнообразная механическая обработка твердого камня производятся на сверлильных станках стальными и медными фрезами. Подгонка требуемой формы 13 (подбивка) производится на подбивочном станке с вращающимся карборундовым кругом [2].

Шлифовка и полировка осуществляются на шлифовально-полировальных станках, в качестве стачивающего и шлифующего материала применяется наждак и карборунд, в качестве полировального материала — крокус, танердэ, трепел.

Изделия из твердого и полутвердого камня чаще всего бывают очень несложными по форме, потому что ровная, гладкая, дополнительно ничем не украшенная поверхность хорошо отполированного изделия из твердого камня сама по себе производит яркое художественное впечатление. При полировке отчетливо выделяется природный узор камня, проступают тонкие цветовые переходы, становятся видны темные и светлые прожилки и кристаллические включения, образующие все вместе причудливые, никогда не повторяющиеся фантастические узоры.

Обработка мягкого камня значительно проще. Он легко распиливается поперечной или циркулярной пилой, а резка художественных изделий осуществляется вручную при помощи стамесок, рашпелей и других несложных инструментов из закалённой стали. Красочный и легко поддающийся обработке мягкий камень более пригоден для изготовления скульптуры малых форм и мелких бытовых, преимущественно настольных предметов. Небольшие изделия чаще всего целиком вырезаются на токарном станке, а затем дополнительно украшаются вручную орнаментальной прорезкой (гравировкой). Скульптура вырезается вручную после предварительной обточки камня на токарном станке. Готовые изделия из мягкого камня шлифуются и полируются на станках, с помощью бормашины или вручную при помощи войлочных, кожаных или матерчатых кругов с применением полировочных паст типа Гойя.

Скорее всего, каждый согласится, что все изделия из натурального камня смотрятся естественно и гармонично, и вряд ли кто может с этим поспорить. К тому же область применения этого природного материала самая разнообразная: от изготовления сувениров до применения в строительстве. В настоящее время уже появились современные материалы, которые могут практически в точности имитировать природные свойства натурального камня благодаря инновационным технологиям. Однако, натуральный камень превосходит искусственные аналоги по многим параметрам. Это подтверждает тот факт, что люди по большому счету предпочитают именно природный материал, несмотря на то, что он существенно дороже искусственной альтернативы. В некоторой степени это позволяет сохранить связь с природой, возможно по этой причине природный камень никогда не утратит своей популярности.

Камень натурального происхождения не содержит никаких вредных веществ, которые могут нанести серьёзный вред здоровью. Также в нём отсутствуют и легко воспламеняющиеся вещества, которые могут привести к возникновению пожара, что не всегда можно сказать об искусственных камнях. Все это можно отнести к основным преимуществам природного камня [7].

Поскольку в данной научной работе основное внимание уделено разработке фракционных минеральных составов на основе дроблёной каменной крошки, которые предполагается использовать в качестве декоративного минерального покрытия, краткое изложение характеристик цветных поделочных камней дано применительно к этой технике.

Также, в исследовании свойств минералов основное внимание уделяется тем из них, которые имеют наибольшее значение в составлении минеральных композитов для фракционных покрывных составов.

Основные критерии оценки художественных камней определяются следующими параметрами: цвет, прозрачность, преломление, блеск, структура, плотность, хрупкость, упругость и пластичность, твёрдость, спайность, отдельность, излом, стойкость (химическая, термическая) [8].

Цвет – это одно из важнейших свойств камня, определяющее его красоту и ценность. Гамма окраски камней безгранична. Различают окраску по следующим показателям:

- камни густо окрашенные,
- слегка окрашенные,
- комбинированно окрашенные (полосами, пятнами, волнами, струями, прожилками и т.п.), таковыми являются яшма, амазонит, змеевик, мрамор.

Тот или иной цвет обусловлен наличием в составе каменной массы тех или иных хромофоров. Хромофор — элемент носителя цвета. Хромофорами являются железо (его окислы), титан, хром, марганец, медь (окись), кобальт, никель, слюда, известь, пирит, графит, антрацит (его пыль). Содержание в минерале хромофоров в большом количестве определяет интенсивность (яркость) его цвета. Если хромофоров в камне мало, то он слабо окрашен. Полное отсутствие носителей цвета делает минералы бесцветными.

Цвет, или окраска цветного камня — одно из важных свойств, имеющее особое значение при изготовлении художественных изделий. Окраска камня зависит от поглощения и отражения лучей белого света и в основном связана с особенностями и тем расположением электромагнитных клубков, которые мы называем атомами [7].

Цвет камня в большой степени определяет назначение изделия и его ценность. От разнообразия цветов или окраски зависит и расширение ассортимента изготавливаемых изделий. Палитра цветных камней очень разнообразна. Необходимо различать: цвет — оттенок; тон — интенсивность окраски; цветовой рисунок. Причины окраски минералов еще не достаточно изучены и зависят от сочетания многих факторов.

Только небольшая часть минералов имеет всегда определенный цвет. Эта окраска как бы неотъемлема от данного химического соединения — это его собственная, или так называемая идиохроматическая окраска (от греческих слов «идиос» — собственный, «хрома» — цвет, окраска); таким примером может служить малахит [8].

В других случаях окраска изменчива и не связана непосредственно с химическим составом минерала. Эта окраска аллохроматическая (от греческого слова «аллос» — иной, чужой). В данном случае окраска вызвана примесями — красителями, хромофорами. Помимо хромофоров имеются и другие причины окраски камня. В научной литературе предложено выделять следующие типы окраски минералов:

- идиохроматическая, обусловленная хромофорами;
- стереохроматическая, зависящая от структурных особенностей кристаллической решётки минерала;
- энергохроматическая, связанная с изменением энергетического состояния атомов под влиянием радиоактивного излучения;
- аллохроматическая, образуемая посторонними включениями и примесями другого минерала;

- псевдо хроматическая, обусловленная рассеянием и интерференцией световых волн от поверхности и внутренних неоднородностей бесцветных кристаллов [9].

Большую роль для восприятия цвета камня играет обработка его поверхности. Этим и объясняется особое значение полирования цветного камня, придающего обработанному изделию не только блеск, но и яркость цвета и рисунка. Часто окраска минерала зависит от освещения. Так называемый «дневной свет» (электрический) меняет окраску камня [10].

Прозрачность — также одно из главных свойств минералов. Это способность камня пропускать через свою структуру световые лучи. Прозрачность камня обуславливает его способность отражать лучи света не только от поверхности, но и преломлять поток света внутри, отражая его от невидимых стенок кристаллов, составляющих структуру минерала.

Непрозрачные (непросвечивающиеся) камни световой поток частично отражают и частично поглощают.

Преломление – это отношение скорости света в пустоте к скорости света в определённой среде. Показатель преломления выше в той среде, где разложение белого света происходит интенсивнее. Наивысший показатель преломления имеет алмаз.

Блеск — не менее важное свойство цветного камня, имеющее практическое значение при изготовлении художественных изделий и часто являющееся критерием качества обработанного изделия. Интенсивность блеска минерала зависит в основном от его показателя преломления.

Характер блеска зависит не только от степени отражения света от поверхности камня, но и от поглощения и преломления света во внутренних областях минерала. Эти свойства зависят также от химического состава и характера его кристаллической структуры. Для непрозрачных камней блеск определяется отражательной способностью. Сложный характер этого явления объясняет разнообразие типов блеска. Различают металлический и неметаллический блеск.

Металлический блеск (коэффициент преломления 2,6—3) характерен для непрозрачных блестящих минералов (гематит) [10]. К неметаллическому блеску относятся:

- алмазный блеск, характерный для прозрачных минералов с большим преломлением света (алмаз, фианит, циркон); коэффициент преломления таких минералов обычно 1,9—2,6;

- стеклянный блеск, которым обладает группа прозрачных, полупрозрачных и непрозрачных минералов и горных пород со средним преломлением света (яшма и др.); коэффициент преломления 1,3—1,9;

- перламутровый блеск (жемчуг);

- шелковистый блеск, характерный для материалов с тонковолокнистым строением (селенит) [9]. Различают также жирный, матовый и другие типы блеска.

Иризация (от лат. «ирис» — радуга) возникает под влиянием внутренних трещин в кварце или кальците, а также в некоторых разновидностях сероватого халцедона за счет полосчатости, уподобляющейся дифракционной решетке. Белый луч, преломляясь на трещинах и полосах, разлагается на все цвета радуги, например у радужного агата [10].

К популярным цветовым эффектам относится переливчатость или волнистое мерцание. В некоторых случаях они обусловлены ориентированными полыми каналами или игольчатыми образованиями. Аналогичный эффект вызывают и волокнистые агрегаты,

как, например, у соколиного глаза серо-синего цвета и коричневато-золотистого камня тигрового глаза [11].

Структура минералов большей частью кристаллическая, то есть состоит из кристаллов. Реже встречаются камни аморфного строения или скрытокристаллической структуры.

Плотностью называется отношение массы тела к его объёму в см^3 . У камней различных пород масса единицы объёма разная. Плотность является одним из основных свойств, отражающих химический состав и распределение атомов в структуре минерала. Плотность минералов, применяемых в ювелирной промышленности, от 0,8 до 6 см^3 . Обычно минералы по плотности делятся на четыре группы: легкие — ниже 2,5; средние — 2,5-3,3; тяжелые — 3,4-6,0; и очень тяжелые — свыше 6 см^3 [8].

Хрупкость – способность твердых тел разрушаться при механических воздействиях без заметной пластичности называется хрупкостью [10]. Большинство цветных камней являются хрупким материалом. Хрупкость определяют по величине нагрузки, вызывающей появление первой видимой на глаз трещины, которая называется числом хрупкости.

Упругостью называется способность тела деформироваться под влиянием внешних сил и восстанавливать свою первоначальную форму после прекращения действия этих сил.

Пластичностью называется способность тела сохранять деформацию после прекращения действия деформирующих сил.

Знание этих свойств имеет большое значение для определения рациональных режимов обработки цветного камня.

Под твёрдостью минерала принято понимать его сопротивляемость механическому воздействию или, точнее, способность одного тела (минерала) царапать другое, менее твёрдое.

Твёрдость минералов может быть установлена несколькими способами. Но особенно прочно в минералогию вошел склерометрический, который позволяет определить значение твёрдости путем царапания данного минерала остриём из другого минерала. Соотношение твёрдостей по способу царапания различных материалов выражается, например, известной шкалой Мооса [9].

По методу Мартенса царапание остриём эталонного образца производится не вручную, а специальным прибором, который называется склерометр Мартенса [10]. Существуют и другие конструкции склерометров, но в основе их единый метод определения либо величины нагрузки на алмазное или стальное острие, необходимое для получения царапины требуемой ширины, либо ширины, получаемой при заданной нагрузке.

Твёрдость камня зависит от его структуры, расположения атомов, прочности связей кристаллической решётки, геометрической формы, размера.

Спайность — свойство камня оказывать слабое сопротивление физическому (механическому) воздействию: легко раскалываться. При этом камни разных пород, раскалываясь, дают различные поверхности на расколе: ровные, гладкие, блестящие.

Степень спайности подразделяют на следующие:

- весьма совершенную, в этом случае минерал способен расщепляться на тончайшие параллельные листочки (например, слюда);
- совершенную — разлом происходит преимущественно по плоскости спайности (например, алмаз, топаз);

- среднюю, когда при разломе наблюдаются плоскости спайности и излом (например, александрит);

- несовершенную — у таких минералов поверхность излома неровная, спайность наблюдается с трудом (например, кварц, берилл) [10].

Способность минерала раскалываться по определённым направлениям вне зависимости от его кристаллической структуры называется отдельностью. Отдельность является следствием неоднородностей в структуре кристаллов, и раскол происходит в местах искажения кристаллической решётки, вызывающего понижение связей [8].

Поверхность минерала, образовавшаяся при его раскалывании не по спайности, называется изломом. Существуют следующие виды изломов: рваный (неровный) имеет поверхность, относительно близкую к плоскости; ступенчатый; занозистый (характерен для волокнистых агрегатов); раковистый (напоминает излом стекла) и зернистый (с мелкими впадинами и выступами) [11].

Химическая стойкость, которая определяет структурную выносливость камня, а значит, и его долговечность, то есть сохранность, свойственна практически всем декоративным камням. Например, на аметист и горный хрусталь воздействует лишь плавиковая кислота. Но здесь же, следует отметить, что это касается минералов. Камни минерального происхождения почти не растворяются в щелочах и кислотах. Камни органического происхождения (жемчуг, кораллы, перламутр, янтарь) менее химически стойки. На них разрушающе действуют кислоты, выделяя из них углекислый газ. То же самое можно сказать и сравнивая минералы с органикой, характеризуя их термическую стойкость. Камни минерального происхождения очень термостойки, чего нельзя сказать о камнях органического происхождения [10].

Существуют различные методы классификации самоцветов и цветного камня: по условиям образования (осадочные, магматические или метаморфические породы), химическому составу, цвету (красные, зеленые, белые и т. п.).

Обычно классификацию камней связывают с критерием их редкости или ценности. Таких классификаций разработано много. В настоящее время принята классификация драгоценных и поделочных камней, которая предлагает выделить три группы цветных камней по области их применения [12]:

- ювелирные (ограночные);
- поделочные (камнерезные);
- декоративно-облицовочные.

Ювелирные камни делятся на четыре класса:

I класс — алмаз, изумруд, рубин, сапфир (синий);

II класс — александрит, сапфир (оранжевый, жёлтый, зелёный), благородный чёрный опал, благородный жадеит;

III класс — благородная шпинель, демантоид, аквамарин, топаз, турмалин красный, благородный белый и огненный опал, лунный камень;

IV класс — турмалин (синий, зелёный, розовый и полихромный), циркон, берилл (жёлтый), бирюза, хризолит, аметист, хризопраз, альмандин, цитрин.

Поделочные камни (камнерезные) делятся на два класса:

I класс — дымчатый кварц (раухтопаз), гематит или кровавик, янтарь, горный хрусталь, нефрит, лазурит, малахит, авантюрин;

II класс — мрамор, травертин, агат, цветной халцедон, кахолонг, родонит (орлец), амазонит, змеевик, розовый кварц, иризирующий обсидиан, опал, лабрадор, и другие непрозрачные иризирующие полевые шпаты [11].

Декоративно-облицовочные камни: яшма, письменный гранит, окаменелое дерево, мраморный оникс, гагат, флюорит, агальматолит, гипс (селенит), обсидиан и некоторые горные породы с красивой расцветкой или рисунком — цветной мрамор и др. Но существующие классификации не в одинаковой степени отвечают требованиям геологов, обработчиков и владельцам камнерезных организаций.

Классификация цветных камней по области их применения нестабильна, особенно в настоящее время, когда камень всё шире применяется в различных областях промышленности (для технических, декоративных и ювелирных целей). При создании изделий прикладного искусства, в частности ювелирных, один и тот же камень в зависимости от воплощения его в художественное произведение имеет различную художественную ценность [13].

Можно изготовить партию изделий из одного и того же минерала при одинаковой технологии обработки, но все они будут разные. Их художественная ценность будет зависеть от цвета и рисунка каменной текстуры, степени обработки (шлифования, полирования и др.), в сочетании с дополнительными декоративными элементами вспомогательного материала.

Все минералы и горные породы, применяемые для изготовления ювелирных и других художественных изделий, можно условно разделить на самоцветы и цветные камни (поделочные) [14]. Однако, строгого различия в практической ценности между самоцветами и цветными камнями нет. Все они обладают яркостью красок, широким диапазоном текстур и возможностью их декоративной обработки. Большинство из них также устойчивы к кислотам и естественному выветриванию.

К самоцветам, относят прозрачные или полупрозрачные минералы, обладающие высокими оптическими свойствами и идущие преимущественно в огранку (алмаз, рубин, сапфир, изумруд, топаз и многие другие). Твёрдость самоцветов составляет 6—10 по Моосу.

К цветным (поделочным) камням относят минералы и горные породы, красиво окрашенные, непрозрачные или просвечивающие, обладающие необходимыми технологическими и декоративными свойствами, например малахит, нефрит, яшмы, агат и др. Твёрдость их не превышает 7 по Моосу.

Особую группу представляют органогенные материалы, т. е. органические вещества, применяемые в камнерезной и ювелирной промышленности (жемчуг, янтарь, гагат, коралл) [12].

При классификации камней следует учитывать и их назначение. Как было указано выше, одни и те же самоцветы и цветные камни могут быть ювелирными, техническими или облицовочными.

Естественно, что технология обработки изделий из одного и того же камня в зависимости от их назначения меняется. Но для каждого камня неизменным остается инструмент и вспомогательные материалы для его обработки.

Анализ научной литературы о свойствах минералов, их отличительных особенностях, физических и художественных свойствах позволили в дальнейшем вести поиск по совершенствованию технологий их обработки и разработке новых направлений в

использовании цветного поделочного камня и его применении в создании изделий декоративно-прикладного искусства.

Травертин является промежуточной формой камня между известняком и мрамором. Если известняк оставить под большим давлением на значительное время (тысячелетия), из него может получиться травертин. Если травертин, в свою очередь, оставить под большим давлением на тысячелетия, из него может получиться мрамор. Для травертина характерно пористое, ячеистое строение и именно этим он отличается от известняка, т.к. строение последнего плотное. Ячеистость камня возникает в процессе его образования из-за сернистого газа, пузырьки которого, проходя через слои известковых смесей, поднимаются на поверхность. Один из самых знаменитых примеров использования травертина – Колизей. Он был построен из мрамора, цемента и травертина. Чаще всего травертины бывают белого, желтого и промежуточного между ними цветов. Травертин представляет собой осадок солей кальция, образующийся на дне водоемов, рядом с выходом на поверхность источников. Чем больше различных частиц биологического происхождения (ракушек, разложившихся остатков скелетов позвоночных) будет участвовать в процессе, тем больше будет пористость материала [11]. Он легко обрабатывается за счет пористой структуры и малой плотности. Это же обстоятельство объясняет его небольшой вес. По минеральному составу, физико-механическим и эксплуатационным свойствам камень относится к группе низкопрочных горных пород. Минералов и включений, отрицательно влияющих на долговечность камня, а также резко отличающихся по твердости и затрудняющих обработку, в камне не обнаружено.

Амазонит – это камень, представляющий собой разновидность калиевого полевого шпата (микроклина). Камень имеет магматическое происхождение. Чаще всего его можно обнаружить в гранитах и пегматитах. Обычно камень синевато-серого или голубовато-зелёного цвета. Часто на нем замечаются белые и тусклые пятна, точки. Встречаются минералы и с белым оттенком. Камень отсвечивает холодным стеклянным блеском. В его составе возможно наличие примесей свинца и рубидия. Окраска стойкая до температуры 500 градусов. Поделочный камень, легко поддающийся обработке [13].

Змеевик (серпентин) – группа минералов, магниевые-железистые гидросиликаты. Минералы встречаются в плотном виде, но никогда в ясно кристаллизованном. Кристаллы — непрозрачные. Блеск — шелковистый, стеклянный. Иногда имеют листоватое или волокнистое сложение. Окраска от зеленовато-жёлтого до тёмно-зелёного с пятнами различных цветов, которые 25 придают им сходство с кожей змеи, отсюда и название. Твердость змеевика невелика, 2 – 2,5, плотность — 2,6 г/см³. Змеевик хорошо полируется. Поделочный камень [12].

Мрамор является метаморфической горной породой, результатом перекристаллизации осадочных пород, которые претерпевают в недрах земли заметные изменения под действием давления, температуры и жидких растворов. Исходными материалами служат для мрамора доломит и известняк, уступающие ему, однако, по прочности [9].

Рассматривая структуру и текстуру современных мраморов, научные классификации выделяют, в первую очередь, две основные группы пород этого камня: полностью раскристаллизованные (собственно мрамор) и частично раскристаллизованные (мраморовидные известняки). Далее, по величине зерна различают мелко, средне и крупнозернистые разновидности мрамора, а по однородности размеров -

равномернозернистую и неравномернозернистую структуры. По характеру границ между зёрнами мрамор бывает мозаичным, зубчато-мозаичным и зубчатым [11].

Особенностью мрамора, как материала для изготовления художественных изделий, является цветовое многообразие этого поделочного камня. Мрамору присущи как белые, так и цветные, как монохромные, так и полихромные (пестрые) окрасы. Цветной мрамор, в свою очередь, охватывает практически всю художественную палитру, демонстрируя множество оттенков розового, голубого, жёлтого, серого, зелёного, красного, черного, коричневого. Пестрые же мраморы обнаруживают самые причудливые сочетания всех этих оттенков.

Наиболее ценной разновидностью является чистый, белый статуарный мрамор. Наиболее ценным свойством мрамора, во многом характеризующим его преимущества как строительного и облицовочного камня, является прочность. Так, прочность мрамора на сжатие колеблется в зависимости от его разновидности, от 30 до 153 МПа, истираемость - от 0,4 до 3,2 см², а твёрдость по шкале Мооса - от 3 до 4. При этом самыми прочными считаются мелкозернистые разновидности, особенно зубчатые и зубчато-мозаичные по структуре. Долговечность и износостойкость мрамора обеспечиваются тесной взаимосвязью зёрен. Например, у белых мраморов первые признаки «возрастных изменений» появляются только через 100-150 лет [12].

Другим немаловажным отличительным свойством этого уникального декоративного камня является удобство в обработке. Все виды мрамора прекрасно поддаются любым инструментам, что позволяет расширить и без того широкий спектр его цветов. Фактурной обработкой подчёркиваются декоративные, эстетические качества мрамора. Так, благодаря своей пластичности, он легко поддается шлифованию и полированию, а вязкость позволяет высекать из мрамора изделия самой различной формы без угрозы расколоть.

Популярности мрамора, наряду с удобством в обработке и прочностью, способствуют водонепроницаемость, морозоустойчивость и термостойкость. Мрамор обладает низким коэффициентом водопоглощения (0,08-0,12%), что делает его незаменимым при облицовке ванных комнат, бассейнов, фонтанов. Морозоустойчивость мрамора также объясняется его низкой водопроницаемостью, благодаря которой при воздействии низких температур ему не грозит появление микротрещин от замерзающей жидкости [14].

Помимо всего прочего, ещё в древние времена люди подметили такое свойство мрамора, как бактерицидность. Дело в том, что этот камень обладает пористостью и способен «дышать», создавая благоприятный микроклимат, в том числе в помещениях с повышенными требованиями к гигиене.

Таким образом, мрамор является универсальным натуральным материалом, незаменимым и используемым практически без ограничений, как в строительстве, так и в предметах дизайна и интерьера.

1.2 Природный камень и его практическая ценность

Природный камень – это, пожалуй, единственный материал который может называться вечным, по праву считается символом прочности и надёжности. Камень – это изнosoустойчивость, прочность, стойкость к перепадам температуры и влажности плюс уникальные эстетические качества: богатая цветовая гамма, рисунок прожилок, различная фактура. Новые промышленные методы обработки расширили возможность применения

камня как отделочного, так и поделочного материала, позволили существенно снизить себестоимость. Сегодня из предмета роскоши камень становится товаром повседневного спроса.

Использование природного камня в предметах интерьера, в архитектуре малых форм, в изделиях декоративно-прикладного искусства предполагает сочетание различных фактур и цветовых переходов, позволяя максимально раскрыть неповторимую красоту натуральных материалов.

К основным факторам, определяющим практическую ценность горных пород, относятся декоративность, долговечность, блочность и физико-механические свойства камня. Одним из важнейших признаков пригодности горных пород для использования в качестве облицовочного или монументального камня являются его художественно-эстетические достоинства, объединяемые в понятие декоративность [9].

Основными показателями декоративности камня являются текстура лицевой поверхности, окраска, рисунок, структура. Окраска камня обусловлена цветом слагающих его минералов. Рисунок создаётся сочетанием структуры и текстуры горной породы, а также цветовой тональностью минеральных компонентов.

Особенности структуры камня по-разному влияют на его декоративность. Принято считать, что крупнозернистые и порфировидные включения наиболее приемлемы для цветных гранитов, так как они повышают выразительность рисунка и цвета камня. В то же время крупнозернистые структуры ухудшают внешний вид мраморов, габбро, кварцитов.

Общепринятые стандарты и ТУ по определению декоративности поделочных камней отсутствуют. Степень декоративности определяется суммированием результатов оценки по балльной системе отдельных показателей — окраски, текстуры, фактуры и др. Выделяются 4 класса декоративности. Классификация декоративности поделочных камней представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Классификация декоративности поделочного камня [14]

Класс декоративности	Наименование класса	Итоговая оценка декоративности, баллы
I	высокодекоративные	более 32
II	декоративные	23 - 32
III	малодекоративные	15 - 23
IV	недекоративные	менее 15

Итоговая оценка определяется как сумма балльных оценок по каждому признаку, скорректированных коэффициентами, учитывающими влияние отрицательных признаков.

Декоративность камня отвечает, прежде всего, за его эстетические свойства, представляя собой совокупность архитектурно-художественных признаков этого материала, и характеризует степень его природной красоты. Действующий стандарт допускает производить определение декоративности камня визуально – путем сравнения оцениваемого образца с эталонами. При оценке декоративности камня может быть использован также экспертный способ. В последнее время начали применять так называемый квалитетический метод (в переводе с латинского – буквально «измеряющий качество»), при котором декоративность рассматривается как некоторый сложный комплекс художественно-эстетических свойств поверхности камня, рассматриваемых на трех уровнях. На первом уровне рассматривается обобщающее свойство – декоративность;

на втором – составляющие частные элементы, а именно цвет, текстура, фактура. На третьем уровне анализируются признаки, характеризующие каждый элемент. Для цвета, например, рассматривается цветность, насыщенность, светлота, цветовое предпочтение, однородность сочетания цветов; для текстуры – рисунок, структура, просвечиваемость; для фактуры – полируемость (отражательная способность после полировки). Каждый из перечисленных признаков подразделяется на категории, оцениваемые определённым количеством баллов (весомость, т. е. ценность каждого признака в баллах, определяется экспертным методом). Для установления категории признака может использоваться визуальный анализ или инструментальный метод [13].

Декоративность камня зависит от чистоты насыщенного тона, редкости цвета (зелёный, синий), просвечиваемости (для мраморов), отражательной способности после полировки. Важная роль в формировании декоративности камня принадлежит рисунку: высоко ценится «облачный» рисунок у гранитов, «пейзажный», «древовидный» рисунки у мраморов и т. п. Среди структур магматических пород предпочтение обычно отдаётся средне и крупнозернистым.

Для сохранения декоративности и увеличения долговечности некоторых пород периодически, раз в 50-70 лет требуется соответственная очистка поверхности и повторная фактурная отделка. Это в первую очередь относится к породам средней и низкой долговечности [11].

Фактурная (декоративная) отделка камня в наибольшей степени раскрывает его достоинства (цвет и рисунок) и способствует наилучшей сохранности камня в условиях внешней или внутренней эксплуатации. Особенно повышает долговечность камня полированная фактура, так как на такой поверхности не задерживаются агрессивные вещества.

Любое изделие, изготовленное не из одного материала, а в сочетании с различными, выглядит намного эффектнее. Например, ювелирное украшение, выполненное со вставкой из драгоценного или поделочного камня; дерево, оправленное в металл, чеканное медное блюдо, украшенное самоцветами.

Не часто камень сам по себе является законченным изделием. В большинстве случаев он требует обрамления, нуждается в дополнительной обработке и украшении. Выбор такого дополнения зависит от свойств камня и назначения изделия из него.

На протяжении многих веков в изделиях декоративно – прикладного искусства металл был верным спутником камня. Прекрасно дополняя друг друга, они открывали безграничные возможности для фантазии художников и ювелиров. Металлом можно инкрустировать выполненные из мягкого камня ларцы, шкатулки, настенные панно, подсвечники и всевозможные декоративные фигурки. При разработке эскиза рисунка, особенно для настенного панно, чаще всего используют растительные и природные мотивы и стилизованные изображения зверей, птиц, насекомых, то есть всего того, что дает художнику безграничные возможности для декоративной интерпретации окружающего его мира.

Одно из направлений в искусстве – стремление соединить изделия из поделочного камня с металлом. Здесь необходимо найти золотую середину, чтобы эти два материала гармонировали не только функционально, но и в пропорциях, не спорили друг с другом, а перекликались между собой в декоративном исполнении. Нужно искать такие формы соединения, при которых будет достигнута их полная гармония [15].

Камень и металл обладают схожими физическими и декоративными свойствами, которые раскрываются в процессе обработки этих материалов и дают выразительный эффект при зрительном восприятии законченного изделия. Сияние отполированного металла прекрасно контрастирует с насыщенностью камня, выявляя его истинную красоту. Неувядающая вечная красота камня увеличивает свою значимую ценность рядом со стилизованной металлической конструкцией, её изгибами и декоративными формами, служащими своего рода оправой данному природному материалу.

Камень, в отличие от металла, по своей структуре не однороден. Способы его обработки в основном определяются твёрдостью, способностью раскалываться, не реагировать на водную среду, не окисляться, сохранять цвет, рисунок природной текстуры и сохранять зеркальную полировку поверхности [16].

В нашем исследовании, инкрустированное металлом декоративное камнесодержащее покрытие шлифуют, а затем полируют до блеска. Отполированные одновременно с камнем металлические элементы инкрустации имеют светлую серебристую или медную окраску, контрастно выделяясь на более спокойном и приглушённом фоне камня. Однако, через некоторое время металл может покрыться тёмной патиной или потускнеть. В таком случае, для сохранения первоначального цвета и блеска металла на инкрустацию наносят два – три тонких слоя прозрачного лака.

Во все времена во всём мире наблюдался повышенный спрос на природные камни высокого качества и особый экономический интерес на редкие новые виды камней и камнеобработки. Для успешного выхода на мировой рынок камнерезного искусства необходимо обеспечить высокое качество и художественную ценность изделий. Обычно такие изделия из камня комбинируются с благородными металлами, которые улучшают внешний вид изделия и, соответственно, поднимают цену на него.

Как уже было сказано раньше, что изделия из камня, без металлического дополнения не всегда имеют в полной мере красивый высокохудожественный вид. Простая шкатулка из камня, оправленная в металл приобретает порой не только индивидуальность, но и становится произведением искусства. Очень ценится мелкая пластика из камня. Если же небольшую каменную скульптуру поставить на соответствующую подставку, декорированную орнаментом из тонкой серебряной, золотой или даже простой мельхиоровой проволоки - такое изделие уже принимает вид настоящего художественного произведения. Цена на такие изделия становится достаточно высокой, хотя трудозатраты на небольшую «ювелирную добавку» не такие уж и большие [13].

Умение гармонично сочетать редкие по красоте камни с металлом – сложная и непредсказуемая техника, но она дает удивительно широкие цветовые и декоративные возможности. Любое новое производственное направление требует предварительного исследования на предмет его выгоды, а камнерезное дело при сырьевой базе нашей страны, при талантливости художников и совмещенное с производством – несомненно, очень выгодное производственное направление, которое необходимо развивать.

1.3 Современные технологии обработки натурального камня

Механизированное камнерезное производство позволяет обрабатывать любые породы и предавать их поверхности после добычи и распиловки необходимую фактуру. Существуют следующие технологии обработки натурального камня для получения заданной фактуры поверхности.

Пиленая поверхность – получается путём распила заготовки. Для этого применяются станки с прямолинейным движением пильной рамы, ленточные, канатные и дисковые пилы.

Поверхность становится шероховатой с прерывистыми бороздками глубиной до 5 мм. Поверхности с такой фактурой применяются для мощения площадок, садовых дорожек, облицовки цоколей и стен. К тому же, эти изделия используются в качестве материала для последующей, более тонкой обработки – полировка, шлифовка, лощение.

Шлифованная поверхность – образуется в результате обработки заготовки шлифовальными кругами, на станках портального и мостового типа, шлифовально-полировальных конвейерах и шлифовально-полировальных станках для объёмных изделий. Поверхность приобретает равномерную шероховатость, с неровностями рельефа высотой до 0,5 мм. Такая технология применима для светлых пород с невыраженным рисунком. Для тёмных, особенно с узором пород не подходит, так как значительно скрадывает рисунок и цвет [16].

Такие изделия применяются для отделки пола, площадок, ступеней лестниц и мест, где необходимо уменьшить скольжение.

Лощёная фактура – достигается при использовании специальных шлифовальных кругов с напылением микро-шлиф-порошков. Поверхность получается гладкой, но не имеет зеркального блеска. Лощение хорошо раскрывает рисунок, выделяя структуру камня.

Полученные таким образом плиты применяются для облицовки плоскости пола и наружных стен зданий.

Полированная – достигается при последующем шлифовании лощёной поверхности на конвейере абразивными кругами с порошковым напылением, а затем войлочными и матерчатыми кругами. Особый блеск придаёт полированному камню применение пасты Гойя или азотнокислого олова. Полировка отлично раскрывает рисунок камня и подчеркивает цвет.

Раковистая – имеет равномерные впадины от 1 до 4 мм глубиной, что придает камню особый декоративный внешний вид.

Оплавленная – получается в результате применения термической технологии обработки камня на термо-газо-струйном станке. Хорошо проявляет фактуру и цвет, создавая при этом впечатление, что камень слегка оплавлен.

Скалистая фактура поверхности – представляет собой имитацию грубо обработанной породы с наличием впадин и выступов от 50 до 200 мм, расположенных в хаотичном порядке и не прошедших дополнительную обработку. Эффект достигается путем скалывания породы с предварительно ослабленной поверхности [16].

Фактурная (декоративная) отделка камня в наибольшей степени раскрывает его достоинства (цвет и рисунок) и способствует наилучшей сохранности камня в условиях внешней или внутренней эксплуатации. Особенно повышает долговечность камня полированная фактура, так как на такой поверхности не задерживаются агрессивные вещества.

Современные способы обработки натурального камня подразделяют на 2 вида: механические и физико-механические [4].

К механическим способам относятся наиболее распространённые до настоящего момента такие способы как скалывание, ударное разрушение и резка.

При скалывании достигается: фактура плоской и рельефной «скалы», бугристая, характеризующаяся на лицевой поверхности наличием равномерно распределённых впадин и бугров и фактура рельефная, с наличием параллельно расположенных борозд высотой от 0,5 до 3 мм.

Резка – самый распространённый из современных способов обработки камня. Осуществляется методом дисковой, канатной или штрипсовой распиловки.

Штрипсовая распиловка разделяется на распиловку с использованием стальной и чугунной дробы и на алмазно-штрипсовую распиловку.

Распиловка дисковая приобретает все более широкое распространение в обработке пород любой твёрдости и подразделяется на дисковую и алмазно- дисковую распиловку резцами.

Канатная распиловка получила широкое распространение при резке пород различной плотности. Ее развитие идет в 3-х направлениях: канатная с помощью абразива, алмазно-канатная и распиловка канатами, армированными твердосплавными шайбами [4].

Ударное разрушение камня наиболее широко используется в практике производства тёсаных изделий. Чаще всего таким способом изготавливают ступени, основания памятников, устой мостов и другие элементы, где достигается точечная фактура обработки.

Достойное место в промышленности начинает занимать способ ультразвуковой декоративной обработки камня в абразивной среде. Протекает процесс очень медленно, но характеризуется высокой точностью.

К физико-механическим способам относится обработка токами высокой частоты и широко применяемый метод обработки камня термореактивными газовыми горелками керосиново-кислородного и бензиново-воздушного типов, который применяется для производства архитектурно-строительных деталей и изготовления монументов из пород высокой прочности.

Способ токов высокой частоты наиболее пригоден для обработки блоков-заготовок в производстве бордюров, парапетов, ступеней и т.д. Этот метод при использовании высокочастотных колебаний до 20 МГц считается наиболее точным и перспективным [4].

По степени сложности все камни делят на мягкие и твёрдые. Камни мягкие легко поддаются обработке тем же инструментом, что и металлические изделия, а твёрдые камни нуждаются в применении специального инструмента. Обработка камня в домашних условиях требует наличия отдельного помещения оборудованного вытяжной вентиляцией, так как такие работы как резка и шлифовка сопровождаются большим количеством каменной пыли, очень вредной для здоровья [12].

В домашних условиях для обработки натурального камня можно проводить такие работы как: резка, шлифовка, полировка камня и гравировка. Важно помнить, что резка, шлифовка и полировка камня проводится только с непрерывной подачей воды. Вода охлаждает режущий элемент, удаляет образующийся при работе шлам и значительно снижает уровень каменной пыли.

Резка – осуществляется при помощи обычной болгарки и диска по камню. Более точная потребует применение станка типа пилорамы с металлической, желательно подвижной платформой.

Шлифовка – осуществляется при помощи шлифовального станка (ручного или стационарного) или болгарки с соответствующими шлифовальными кругами. Самый простой способ шлифовки, но только для камней размером до 20-25 см длиной: на чугунную плиту нужно насыпать абразивный порошок и залить водой, сверху положить камень и тереть, пока он не приобретёт нужную поверхность. Мелкозернистая структура чугуна способствует обработке камня.

Полировка – выполняется с применением специальных полировочных кругов и пасты Гойя.

Гравировка – возможна при использовании приспособления для выполнения точных работ, либо при помощи набора резцов по камню и молотка. В этом случае гравировку нужно отполировать, используя электродрель и насадки для полировки.

Так как большинство камней добывается в виде бесформенной массивной породы, они нуждаются в обработке, которая сделает возможным их дальнейшее применение в той или иной области. Исключение составляют породы, обладающие природной декоративной ценностью (валун, галька, коралл, жемчуг и т.д.). Разнообразная фактурная обработка природного камня придаёт ему эстетичный вид, помогает выявить и подчеркнуть декоративные свойства, либо скрыть недостатки.

В современных промышленных условиях ни одно производство по изготовлению декоративных или утилитарно-декоративных изделий не обходится без технического оборудования, использование которого всегда предполагает большое количество отходов ценного природно-минерального материала. Кроме того, при создании изделий с помощью ручной резки, даже в небольших авторских или подсобных мастерских, возникают отходы в виде каменной крошки, которая наравне с цельным природным камнем может быть использована в художественно-декоративных целях.

Известно, что формирование той или иной каменной породы происходит тысячелетиями, поэтому экономия данного природного ресурса является особенно актуальной, учитывая современные промышленные масштабы по использованию каменного сырья.

На сегодняшний день в производственных условиях существуют следующие направления по использованию минеральной каменной крошки:

- создание художественных панно, путём нанесения объёмных или мелкорельефных образов на плоскую основу согласно эскизу. Примером такой техники являются знаменитые пейзажные картины уральских художников, выполненные на гладком продольном спиле ствола дерева;
- в строительстве, при изготовлении монолитного искусственного камня, декоративной штукатурки, мозаичных полов;
- в ландшафтном дизайне, в качестве декоративной насыпи и оформления садово-парковых дорожек и украшения других объектов экстерьера.

Недостатками вышеперечисленных отраслей применения минеральной каменной крошки в той или иной степени являются: ограниченная номенклатура и тематика изделий, ряд сложных технологических операций и режимов обработки, требующих профессионального дорогостоящего оборудования, а также отсутствие возможностей создания изделий малых архитектурных форм и ювелирных изделий на основе указанных направлений.

Данная диссертационная работа направлена на расширение возможностей использования отходов камнерезного производства, а именно каменной крошки. Её значимость заключается в том, что предложенные в работе методы приводят к совершенствованию технологического процесса изготовления объектов дизайна из камня и позволяют получать покрытия с необходимыми декоративными свойствами, минимизировать материальные затраты в процессе производства художественных изделий из камня, а также способствовать увеличению серийности изделий, снижению трудозатрат и себестоимости продукции.

1.4 Дизайн природного камня

Дизайном принято считать художественное конструирование (проектирование), которое объединяет науку с её точностью и формулой, и искусство, где художественный образ и эстетическое восприятие играют главенствующую роль. В настоящее время в этой сфере существует несколько направлений: архитектурный дизайн, ландшафтный дизайн, технический дизайн, дизайн интерьера, дизайн природного камня и т.д. Под дизайном природного камня понимается художественное проектирование его линейных параметров, технологических и декоративных свойств, с помощью которого раскрываются эстетические аспекты камня (самоцвета). Наиболее близким прототипом дизайна природного камня является дизайн художественных изделий из натурального камня, главная задача которого – создание оригинального, современного изделия с элементами творчества и высокими эстетическими свойствами [12].

Дизайн изделий из камня включает три основных этапа: зарождение идеи (автора, заказчика), составление эскизного проекта с детальной проработкой технологического процесса, разработка художественного проекта [16].

В отличие от ювелирного, основная цель дизайна поделочного камня заключается в умелом (удачном) раскрытии природной красоты минерала с помощью приемов и средств формообразования.

То, что в данной работе мы называем дизайном природного камня, на самом деле существует давно и независимо от какого-либо научного обоснования. История знакомства человека с камнем насчитывает тысячелетия. Открыв такой богатый по своим технологическим и декоративным свойствам природный материал, человечество на протяжении всей своей эволюции совершенствовало методы его обработки, в том числе и обработки художественной при создании предметов искусства. Со временем были подмечены определенные взаимосвязи, открыты многие закономерности. Природный камень, как и всякий любой материал, имеет свои особенности, выражающиеся в его строении, цвете и твёрдости. Эти особенности являются как бы характером материала. Они указывают художнику на данные, которыми он может пользоваться, но также и на пределы, за которые он не должен выходить, чтобы не утратить наиболее ценного в произведении искусства, его стиля [17].

На сегодняшний день существует всего несколько разновидностей самоцветов и поделочных камней, для которых найдены дизайнерские решения, раскрывающие природную красоту камня. Так, например, астеризм в рубине, сапфире, диопсиде и других камнях определяется формой в виде кабошона с чёткой ориентировкой его основания к оси шестого порядка кристалла. Этот оптический эффект, обнаруженный в древности интуитивно, современной наукой объясняется наличием включений и определённой ориентировкой их относительно осей кристалла. Эффект переливчатости (кошачий,

тигровый, соколиный глаз) достигается ориентировкой включений параллельно основанию кабошона. Изучение огранки самоцветов с научной точки зрения показало, что отражение и преломление лучей света внутри огранённого камня подчинено точным оптическим законам, от которых зависит «игра» камня. Итогом многовековых исканий является современная бриллиантовая огранка алмаза, позволяющая получить характерную игру света и дисперсию на гранях камня [18].

Для остального же множества разновидностей природного камня какие-либо закономерности научно не обоснованы. Таким образом, разработка методов поиска оригинальных дизайнерских решений в камне, установление закономерных взаимосвязей между физическими свойствами камня и эстетическими свойствами художественно-декоративных изделий является сегодня актуальной научной задачей. Примеров, когда размер и форма исходного камня определяют вид изделия, а технологические и декоративные свойства – технологию обработки и фактуру поверхности, можно привести достаточно много. Известными историческими примерами являются: создание «Царицы ваз» из алтайской яшмы, разработка метода «русской мозаики» для малахита, представленных на рисунке 1 и 2, а также огранка алмаза «Куллинан».

Другими словами, дизайн природного камня – это вид деятельности, включающий установление закономерных взаимосвязей между физическими свойствами камня и эстетическими свойствами декоративно-художественных изделий, определение стандартных видов или форм изделия, а также художественное проектирование или поиск оригинальных решений в камне [19].

Художественное проектирование является неотъемлемой составляющей процесса геммологической оценки природных камней. Подтверждением найденных дизайнерских решений является непосредственное изготовление изделий, которые призваны демонстрировать те или иные достоинства камня. Таким образом, природная красота камня раскрывается с помощью закономерной последовательности четырех этапов процесса дизайна (формообразования) [20]:

- изучение свойств камня;
- определение технологических возможностей камня;
- составление эскизных рисунков с учетом декоративных свойств;
- разработка художественного проекта.

При технологическом изготовлении художественных изделий из камня в данной работе предусмотрено применение художественной трансформации в качестве установки металлических перегородок, образующих ячейки, заполняемые фракционным композиционным составом на основе минеральной каменной крошки, для создания декоративного стилизованного рисунка на поверхности камнесодержащего покрытия. Подробнее об основных особенностях и закономерностях декоративной трансформации при проектировании изделий из камня и металла будет рассмотрено в следующей главе

2. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАНИЯ ДЕКОРАТИВНЫХ МИНЕРАЛСОДЕРЖАЩИХ ПОКРЫТИЙ С УЧЕТОМ ОСОБЕННОСТЕЙ СТИЛИЗАЦИИ И ТРАНСФОРМАЦИИ ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

2.1 Принципы и методы стилизации природных форм при создании художественного образа

Изучение и анализ природной формы (насекомое, рептилия, рыба и т.п.) начинается с этапа выбора конкретного объекта. Здесь появляются и первые идеи будущего

художественного изделия. Поэтому очень важно сделать правильный, обдуманный выбор композиционного решения с учётом особенностей эмоционального восприятия.

В итоге графической стилизации рождается принципиально новый декоративный образ, который в дальнейшем ложится в основу проектного предложения декоративно-прикладного изделия. Достигается главная цель – рождается художественная идея, творческий замысел, реализация которого осуществляется в ходе дальнейшего творческого поиска. В результате графических упражнений, анализа объемно-пространственной структуры и строения объекта, мы получаем идею некоего изделия, а далее конкретизированного, функционального и материализованного в осуществляемом проекте [21].

Выбор натурального объекта изначально предполагает материал, из которого будет выполнено конечное изделие. Ограничений в выборе изображаемых объектов нет, так как природа богата неисчерпаемыми запасами образов и форм, с которыми художник может работать бесконечно, преобразовывая и по-разному трактуя один и тот же природный мотив, форму, в зависимости от поставленной задачи и цели. Таким образом, любой природный объект может быть стилизован и трансформирован.

Поиск художественного образа происходит путем применения различных художественных средств, в зависимости от характерных особенностей того или иного изображаемого объекта. При выборе художественных средств очень важно выявить наиболее ярко выраженные особенности формы, силуэта, ракурсных поворотов, найти ритм и интересные группировки форм. Необходимо детально изучить строение силуэтной формы, так как это и будут те природные особенности объекта, которые дают возможность для их декоративного преобразования [22]. В работе с природными мотивами флоры и фауны, перед художником стоит задача превращения фактурной поверхности мотива в декор, выразительный по ритму и пластике, выявляющий особенности изображаемого объекта.

В процессе эскизных зарисовок с натуры, возможно пойти двумя путями: изначально выполнять зарисовки объекта и далее перерабатывать их в сторону выявления декоративных качеств, либо сразу выполнять стилизованную декоративную зарисовку, отталкиваясь от характерных природных особенностей объекта. И тот и другой способ возможны в зависимости от того, какой способ изображения близок автору. В первом случае необходима тщательная прорисовка деталей и постепенное изучение форм по ходу работы. Во втором способе художник долго и внимательно изучает детали объекта и выделяет наиболее для него характерные.

Предварительная эскизно-зарисовочная работа – важный этап в создании рисунка стилизованной композиции, т.к. выполняя зарисовки с натуры, художник глубже изучает природу, выявляя пластику форм, ритм, внутреннее строение и суть природного объекта. Эскизно-зарисовочный этап проходит творчески, в котором каждый находит и отрабатывает свою манеру, свой индивидуальный почерк в передаче всем известных мотивов.

Любая зарисовка начинается, прежде всего, со зрительных наблюдений, умения видеть необходимое, чтобы отразить это в рисунке.

Рисунок с натуры – это набросок, без тщательной штриховки, длительной проработки, ибо любование рисунком – не является целью [21].

Рисунок – промежуточное звено между замыслом и его воплощением в материале, с помощью натуралистических набросков создается материал для будущей творческой работы.

Отбор, изучение и анализ природных форм предполагает выполнение следующих графических упражнений:

1. Выбор и графическая зарисовка природных образов флоры и фауны.

Объекты природного мира изображаются реалистично с помощью графических средств на листе бумаги.

2. Выполнение графической стилизации выбранного объекта, с целью выявления его характерных особенностей.

Графическими средствами и приемами необходимо стилизовать созданную зарисовку с натуры, добиваясь наибольшего пластического сходства силуэтов, анатомических линий и т.д., с целью выявления характерных особенностей формы и достижения образной выразительности рассматриваемого объекта. В ходе работы первоначальная композиция может претерпеть изменения.

Необходимо представить решение поставленной задачи в трёх графических вариантах. В первом – объект состоит из силуэта со сплошной чёрно-белой заливкой, во втором – объекты изображаются контурной чёрно-белой линией. Третий вариант представляет собой некий симбиоз двух первых, варьируя частичные заливки с линейным графическим приёмом [22].

В первом варианте данного задания, используя пятна, упрощая силуэты образа, нужно стараться зрительно уравновесить композицию белого фона и чёрного пятнового решения, найти их наиболее интересные и выразительные ритмические соотношения, пластичность линий [21].

Во втором варианте изобразить природные формы лаконичными графическими средствами, пластичными линиями, как контурными, так и внутренними (анатомическими). Выполнение самой композиции усложняется тем, что при наложении форм друг на друга образуется дополнительный рисунок из пересеченных линий, которые необходимо подчинить определенной авторской идее, логике.

В третьем варианте в композиции используются как сами формы, их пересечения, так и пятна образуемые при этом. Первые два варианта как бы накладываются друг на друга. При выполнении данного задания, решая задачу упрощения и графической стилизации необходимо помнить, что признаки выбранных природных форм должны быть всегда узнаваемы, то есть, не потеряны в ходе последовательной работы по обобщению и стилизации формы [22].

3. Проанализировать и выявить декоративную фактуру природной формы с помощью графических способов. Используя графические приемы и разнообразную изобразительную технику необходимо получить графическое взаимодействие фактуры, силуэта и пластики изображаемого объекта, добиваясь при этом раскрытия индивидуальных декоративных качеств. Выбирать изобразительную технику, графический язык нужно с учетом физических признаков и особенностей природных форм.

Совершив все предварительные этапы, находится и создается некая знаковая форма, ещё более упрощённая и лаконичная, с чёткой логикой построения формы. Отбрасываются все второстепенные детали, остается лишь отдалённая узнаваемость объекта [23].

4. Создание эскизного проекта как окончательного творческого предложения художника, определяющее все характеристики изделия.

Воплощение автором творческого замысла, идеи в создаваемом произведении в той или иной материальной форме рождает художественный образ.

В декоративно – прикладном искусстве (ДПИ) художественный образ имеет особую структуру, обусловленную с одной стороны особенностями выраженного в нём духовного содержания, а с другой – характером материала, в котором воплощается это содержание [23].

В итоге изучения природной формы, её графической стилизации, автору необходимо создать принципиально новый декоративный образ, который в дальнейшем и станет основой проектного предложения декоративно-прикладного изделия. Главная цель – художественная идея, творческий замысел, реализация которого осуществляется в ходе дальнейшего творческого поиска.

5. Аprobация конструктивных решений в материале.

Возможность реализации творческого замысла, проверки выбранного решения в материале, является важным этапом создания произведений ДПИ. Графическая разработка, развитое чувство цвета способствуют целенаправленному творческому поиску. наброски, эскизы и зарисовки являются наиболее распространёнными формами выражения художественной идеи. Это язык художника, позволяющий ему думать, фантазировать и находить убедительные формы выражения проектной идеи [21].

2.2 Особенности стилизации и трансформации природных объектов

Стилизация в изобразительном искусстве известна с древнейших времён и как метод художественного творчества достигла высокого уровня в древнеегипетских и древнегреческих орнаментах, в которых одновременно с геометрическими линиями и узорами очень часто использовались стилизованные с высоким художественным вкусом объекты флоры и фауны: ветви, листья, цветы, плоды, образы животных. В наши дни орнаментальные композиции с элементами стилизации находят широкое применение в настенных росписях, лепных и резных украшениях, вышивке, расцветке тканей [21].

Наряду с творческой стилизацией существует её более низкий уровень, так называемая подражательная стилизация, которая предполагает наличие готового образца для подражания и заключается в подражании стилю той или иной эпохи, известным художественным течениям, манерам знаменитых мастеров, приёмам творчества того или иного народа. И все же, несмотря на уже имеющийся образец подражательная стилизация не должна иметь характер прямого копирования. Подражая тому или иному стилю, создатель стилизованного произведения должен стремиться внести в него, насколько это возможно, свою индивидуальность, например, избранным сюжетом, новым видением колорита или общим композиционным решением. Именно степень этой художественной новизны и будет, как правило, во многом определять ценность стилизованного произведения [22].

В целом, стилизация, в первую очередь творческая, является одним из плодотворных методов изобразительного искусства, который основан на другом, отличном от реалистического, способа реальной интеграции, при осмыслении и отражении окружающей жизни [23].

При создании декоративных композиций чаще всего используется метод творческой стилизации. Более удачным названием этого художественного метода могло бы

быть не стилизация, а интерпретация, которое более точно передаёт сущность и особенность данного творческого процесса: художник смотрит на объект, интерпретирует его и эмоционально передает так, как он его чувствует, ощущает. Другими словами, он как бы заново создаёт этот натуральный объект, но уже в виде художественного символа. При этой интерпретации лучше всего следовать творческому принципу триады: «познать, оценить и улучшить». Этот теоретический принцип не имеет конкретного автора, но он был хорошо известен уже много веков назад [21]. В этом наставлении художнику предлагается творчески переосмыслить реально существующие объекты природы. Поэтому стилизацию любого объекта окружающего мира, в частности природы и природных форм, нужно рассматривать не в качестве одного из оригинальных художественных приёмов и средств выражения, а считать основным творческим методом и выразительным средством декоративно-прикладного искусства [22]. Отсюда возникает общее понятие декоративной композиции.

Декоративная композиция – это композиция с высокой степенью выразительности и явными признаками декоративности, имеющая 51 модифицированные, стилизованные или абстрактные элементы, которые, придавая ей декоративный вид, усиливают её чувственное восприятие. Таким образом, главной целью декоративной композиции является достижение ею максимальной выразительности и эмоциональности с частичным или полным (в беспредметных композициях) отказом от достоверности, которая становится излишней или даже мешающей [23].

Основные общие черты, возникающие в процессе стилизации объектов и элементов декоративной композиции, – простота форм, их обобщенность и символичность, эксцентричность, геометричность, красочность, чувственность.

В первую очередь декоративной стилизации свойственны обобщённость и символичность изображаемых объектов и форм. Этот художественный метод подразумевает сознательный отказ от полной достоверности изображения и его подробной детализации. Метод стилизации требует отделить от изображения всё лишнее, второстепенное, мешающее чёткому визуальному восприятию, чтобы раскрыть сущность изображаемых объектов, отобразить в них самое главное, привлечь внимание зрителя к скрытой до этого красоте и вызвать у него соответствующие яркие эмоции [24].

Высшей формой отказа от изображения несущественных реалистических деталей объектов декоративной композиции с одновременной заменой их абстрактными элементами является абстрактная стилизация, которая существует в двух видах: абстракция, имеющая реалистический образец в окружающем мире, и абстракция, не имеющая такого образца, – воображаемая (беспредметная) абстракция [24].

В декоративной композиции важную роль играет то, насколько творчески художник может переработать окружающую действительность и внести в неё свои мысли и чувства, индивидуальные оттенки. Это и называется стилизацией. Стилизация как процесс работы представляет собой декоративное обобщение изображаемых объектов (фигур, предметов) с помощью ряда условных приёмов изменения формы, объёмных и цветовых отношений. В декоративном искусстве стилизация – метод ритмической организации целого, благодаря которому изображение приобретает признаки повышенной декоративности и воспринимается своеобразным мотивом узора [25].

Стилизацию можно подразделить на два вида:

- внешняя поверхностная, не имеющая индивидуального характера, предполагающая наличие готового образца для подражания или элементов уже существующего стиля (например, декоративное панно, выполненное с использованием приёмов хохломской росписи);

- декоративная, в которой все элементы произведения подчинены условиям уже имеющегося художественного ансамбля (например, декоративное панно, подчинённое среде интерьера, сложившегося ранее).

Декоративная стилизация отличается от стилизации вообще своей связью с пространственной средой. Поэтому для полной ясности стоит рассмотреть понятие декоративности. Под декоративностью принято понимать художественную ценность произведения, которое возникает в результате осмысления автором связи его произведения с предметно – пространственной средой, для которой оно предназначено. В этом случае отдельное произведение задумывается и осуществляется как элемент более широкого композиционного целого [24].

Можно сказать, что стиль – это художественное переживание времени, а декоративная стилизация – художественное переживание пространства [26].

Для декоративной стилизации характерно абстрагирование – мысленное отвлечение от несущественных, второстепенных с точки зрения художника признаков с целью заострения внимания на более значимых, отражающих суть объекта деталях. То есть, чтобы яснее отобразить сущность стилизуемого объекта, от него отделяется и из него убирается всё лишнее и второстепенное. При этом характерные особенности объекта могут быть максимально утрированы и доведены до знаковости.

При работе над эскизными зарисовками, форму объекта можно слегка изменять (как бы преувеличивать). Важно также обращать внимание на ракурс изображаемого объекта. При статичной композиции, целесообразнее избегать разворотов в три четверти, используя вид сверху или сбоку, располагая мотив по вертикальной или горизонтальной оси. В динамичной композиции целесообразнее использовать ракурсы, повороты и наклоны [27].

В процессе декоративного изображения мотива возможно изменение не только размеров элементов, но и пропорций, если данная деформация оправдана композиционной целью, придаёт объекту выразительность и остроту.

При декоративной стилизации изображаемого мотива важнейшее значение имеют те участки формы, где есть изгибы и изломы. Именно они будут являться местами для преобразования, особенно для достижения эффекта статики и динамики в художественном построении.

При разработке стилизованного мотива, объёмно – пространственную форму целесообразно превращать в плоскостную. При необходимости же объёмного изображения обязательно использовать обобщения, условности. Характерные особенности изображаемого объекта в самой различной степени преувеличиваются, а иногда искажаются с целью создания абстракции [27].

Для таких художественных преувеличений, природные формы, близкие к геометрическим, окончательно превращаются в геометрические, любые вытянутые формы вытягиваются еще больше, а округлые – округляются или сжимаются. При этом происходит сознательное искажение и деформация размеров и пропорций изображаемых натуральных объектов, целями которой являются увеличение декоративности, усиление

выразительности (экспрессии), облегчение и ускорение восприятия зрителем авторского замысла. В этом творческом процессе самопроизвольно возникает ситуация, при которой, чем ближе изображение к сущности природы объекта, тем оно становится всё более обобщенным, условным, а на самой конечной стадии – абстрактным [28].

Сначала выполняется стилизованное изображение, а затем его легко можно превратить в абстрактное. Иногда из нескольких характерных признаков стилизуемого объекта выбирается какой-либо один и делается доминирующим, а второстепенные особенности объекта смягчаются, обобщаются или даже полностью отбрасываются. В результате изображение объекта с обобщёнными признаками приобретает символичность.

В основе всех видов и методов стилизации природных объектов лежит единый изобразительный принцип – художественная трансформация реальных природных объектов с помощью самых различных изобразительных средств и приемов [29]. Чаще всего такая трансформация производится с помощью изменения и упрощения формы реальных объектов флоры и фауны, укрупнения или уменьшения характерных частей этих объектов, изменения количества характерных деталей в большую или меньшую сторону, изменения природного цвета объектов [27]. Часто трансформированное изображение предполагает объединение различных частей, каждая из которых скопирована с какого-либо объекта природы или окружающей среды и творчески видоизменена. Например, фактура конкретного насекомого изображается не с целью точной передачи оригинала, а создаётся формализованным, с использованием отдельных деталей, присущих фактурам и другим насекомым, с одновременным «отбрасыванием» второстепенных деталей, присущих фактуре этого конкретного насекомого. Или, например, лист клена изображается таким образом, что его форма приобретает геометрические очертания шестиугольника.

Художественная трансформация природных объектов имеет главную цель – превращение реальных природных форм в стилизованные или абстрактные, наделённые выразительностью и эмоциональностью такой силы, яркости и запоминаемости, которые недостижимы в реалистических изображениях [28]. Поэтому трансформация и абстракция изображения довольно тесно связаны с его экспрессивностью (выразительностью). Если изображение или композиция экспрессивны, то независимо от того, созданы они в стилизованной, абстрактной или же реалистической манере, в их основе заложена абстракция, понимаемая как обобщённость и символичность всего изображения или какой-то его части с целью лучшего выражения глубинной сущности композиции [29]. Это означает, что, применяя трансформацию и абстракцию в изображении объектов, нужно обязательно уметь с их помощью показывать и передавать экспрессивность.

Один и тот же мотив может быть трансформирован по-разному: близко к натуре или в виде намека на неё, ассоциативно. Однако, следует избегать слишком натуралистичной трактовки или крайнего схематизма, лишая объект узнаваемости. Целесообразно брать за основу один какой-либо признак и делать его доминирующим, при этом форма объекта изменяется в сторону характерной особенности так, что приобретает символичность [30].

Таким образом, можно выделить основные требования к последовательности трансформации природных форм, которые сводятся к следующему:

1. В начале работы необходимо выявить наиболее ярко выраженные особенности формы объекта, его силуэта, ракурсных поворотов.

2. При компоновке анатомических линий следует обратить внимание на их пластическую направленность (вертикальную, горизонтальную, диагональную) и соответственно ей располагать рисунок в формате листа.

3. Проанализировать и выявить характер линий, из которых складывается очертание изображаемых элементов: от того какие конфигурации он будет иметь, прямолинейные или мягкие, обтекаемые, может зависеть и состояние композиции в целом (статическое или динамическое).

4. Необходимо не просто зарисовать увиденное, а найти ритм и интересные группировки форм, производя отбор наиболее характерных для выбранного объекта деталей в изображаемой на листе среде.

5. Создавая зарисовку объекта необходимо детально изучить его строение, расположение и форму наиболее характерных деталей, их группировку, так как это и будут те природные особенности объекта, которые дают возможность для их декоративного преобразования.

6. При работе с такими природными мотивами как раковины, кора, чешуя, перья, кожный покров, мох, камни, перед художником стоит задача превращения фактуры поверхности объекта в декор, выразительный по ритму и пластике, также способствующий выявлению особенностей природной формы.

7. При необходимости более детального изучения конкретных частей и деталей формы, возможно использовать лупу, микроскоп – это даёт возможность разложения образа на части, для достижения определённых композиционных задач и передачи природных особенностей изображаемых объектов [30].

Таким образом, цель творческой стилизации и трансформации в декоративно-прикладном искусстве – создание нового художественного образа, имеющего повышенную выразительность, экспрессивность и декоративность, стоящего над реальными объектами природного мира. Теоретической основой для творческой стилизации нужно считать положение, согласно которому создание подлинно нового – это создание того, чего напрямую нет в природе, окружающем мире, хотя главным и единственным источником для этого нового должна служить все та же природа, все тот же окружающий мир.

2.3 Специфика проектирования изделий и роль материала в стилизованном изображении

Проектирование – основа деятельности дизайнера, творческий процесс и метод художественного конструирования изделия, осуществляемый в соответствии с требованиями технической эстетики [31].

Цель проектирования – создание промышленных изделий с высокими потребительскими свойствами, наиболее полно соответствующих условиям эксплуатации, имеющих гармонически целостную форму и высокие эстетические качества, удовлетворяющие потребностям человека, удобных в потреблении, отвечающих одновременно высокотехническим и экономическим требованиям, а также формирование гармоничной предметной среды, производственной и социально-культурной сферы [32].

Проектирование осуществляется через создание, а не через изучение. Дизайн-процесс немыслим без экспериментально-поискового и демонстрационного моделирования [33]. Дизайнер в процессе работы над проектом исследует материал, технологию, конструкционные свойства материала, анализирует образность формы и функцию вещи.

Процесс всякого проектирования развивается по определенным этапам или стадиям. Каждая из них имеет свои особенности и связана как с предыдущей стадией, так и с последующей.

Чем глубже изучение и тоньше понимание свойств материала, тем совершеннее и свободнее использование этих свойств в различных технических приёмах для решения художественно-композиционных задач. Освоение каждого нового технического приёма художественной обработки материала расширяет и обогащает изобразительный язык художника, увеличивает арсенал средств художественного выражения его творческого замысла, облегчает поиск наиболее выразительной и адекватной содержанию художественной формы [32].

Детальное изучение свойств и характеристик материалов, с которыми должен работать художник, необходимо для их правильной и качественной обработки. Только тот, кто всесторонне изучил и познал свойства и особенности применяемых материалов, способен придать готовым изделиям правильную форму и высокий эстетичный внешний вид.

Данная работа направлена на разработку метода создания изделий из камня с применением декоративной трансформации. В том, как природный объект изменился, но остался узнаваемым, проявляется мастерство художника слить воедино знания особенностей обрабатываемого материала и глубокое понимание закономерностей преобразования природной формы в стилизованную или трансформированную [30]. Другими словами, переделывание созданной природой формы, в новую форму созданную человеком, с учётом свойств и структуры другого нового материала.

Существует понятие «технологичность» т.е. более целесообразный или оптимальный способ обработки материала с учётом его структуры и свойств [33]. Способ воздействия на материал, обрабатывающий инструмент, вспомогательное оборудование чаще всего приспособлены к обработке конкретного материала. Производительность и качество работы во многом зависят от наиболее подходящего выбора режимов обработки материала, т.к. каждый обрабатывающий инструмент оставляет характерный след на материале [17]. Он может быть гладким, шероховатым, глянцевым, фактурным и т.д., способствующим выявлению эстетических свойств материала, которые в свою очередь являются составной частью средств художественной выразительности в декоративном оформлении изделий ДПИ [15].

Примером глубокого знания свойств материала и способов его обработки является декоративно-прикладное искусство. Оно не искажает изобразительной природы материала, а бережно сохраняет свойственный ему художественно- декоративный язык. В произведениях декоративно-прикладного искусства очень часто в качестве художественного средства выступает сам материал с его характерной фактурой, блеском, цветом. Их композиция строится на выразительности и красоте самого материала. Но для получения такого эффекта необходимо в совершенстве изучить материал и освоить технику его художественной обработки – отточить мастерство, позволяющее извлекать из материала всю присущую ему выразительность и декоративность [28].

2.4 Влияние декоративной композиции на моделирование художественных изделий из камня

В современном изобразительном искусстве термин «декоративность» (от фр. decorative – украшать) может употребляться в двух смыслах. С одной стороны, этот термин

связывают с полным или почти полным отсутствием трёхмерности в декоративно – прикладных произведениях, выполненных на плоскости с использованием условной «двухмерной перспективы» [26]. В этом случае, термин «декоративность» раскрывает художественную специфику плоскостных произведений декоративно – прикладного искусства и одновременно указывает на их определённую и зачастую значительную связь с окружающим пространством – интерьером или экстерьером зданий и сооружений [29].

С другой стороны, при оценке объёмных декоративно – прикладных произведений и изделий (малых архитектурных форм) термин «декоративность» указывает, прежде всего, на художественный метод, направленный на создание объёмного художественного образа, имеющего повышенную выразительность по сравнению с реальными объектами окружающего мира. В то же время объёмные декоративно – прикладные произведения, как правило, имеют такую же, или даже большую связь с интерьером и экстерьером по сравнению с плоскостными («двухмерными») [30].

Таким образом, декоративно – прикладной (или просто декоративной) является любая художественная композиция (панно, мозаика, витраж, настенная роспись, вышивка, эстамп, скульптура малых форм и т.д.), которая служит для придания художественной гармонии, законченности и эстетического обогащения интерьеров и экстерьеров общественных и жилых зданий, предметов бытового обихода и одежды [33].

Несмотря на то, что замысел будущей композиции, а также материал и техника, которые будут использованы для его выполнения, в какой-то мере определяют художественные пути передачи мысли и идеи, создатель композиции должен выбрать наиболее надёжный и эффективный композиционный «ход» для эмоционально точного показа смысла своего произведения [31]. Поэтому, начало работы над декоративной композицией почти всегда тесно связано с проблемой творческого отбора объектов и элементов будущей композиции, подбором наиболее подходящих изобразительных средств и стилевых особенностей, которые способны наилучшим образом передать авторский идейно-образный замысел.

Можно считать, что конечной целью создания любой композиции является создание единой (целостной) художественной формы для наиболее полного и очевидного выражения определённого художественного содержания. Другими словами, композиция – это средство для передачи своего содержания зрителю с помощью наилучшей формы. С точки зрения достигнутого качества этой передачи рассматривают главные визуальные характеристики (качества) композиции, которые оказывают воздействие на зрителя, вызывая у него соответствующие эмоции и представления [33]:

- эстетическая направленность композиции – декоративность, реализм, импрессионизм, абстракция;
- эмоциональность композиции – активная, средняя, пассивная;
- пространственное решение – плоскостная композиция, с условной перспективой, передним планом и перспективной глубиной [32].

Закономерности пропорционального построения предметов выявляются по аналогии с природными формами, при этом определяются основные принципы построения предметной формы:

- принцип определяющего влияния функций предмета на его конструктивную основу;

- принцип пропорционального взаимодействия частей, связанных с конструктивной основой;

- принцип зависимости распределения массы от назначения частей и свойств материала;

- принцип ограничения формы в зависимости от распределения массы и свойств материала [34].

Форма предмета может быть определена как выражение внешнего вида изделия, исходя из его внутреннего содержания.

С точки зрения дизайна различают три аспекта формы:

- функциональный (утилитарный) – определяемый предназначением предмета или утилитарными потребностями человека;

- конструктивный – основанный на физических, химических, механических и других свойствах материала;

- эстетический – отвечающий высокому художественному вкусу мастера [35].

В зависимости от свойств материала, изделие в своей конструкции и форме приобретает определённые композиционные закономерности.

Композиция – построение целостного произведения, все элементы которого находятся во взаимном и гармоничном единстве. Важнейшими формообразующими категориями или средствами композиции являются: объёмно-пространственная структура и тектоника, масштаб, пропорции, ритм, контраст и нюанс, симметрия и асимметрия, колорит [36].

Объёмно-пространственная структура определяет взаимосвязь формы предмета с его внутренним строением и внешним пространством.

Тектоника – художественно-осмысленное выражение степени напряжённого состояния материальной формы [37].

Одним из основных изобразительных средств выражения художественного образа является форма. Форма – это основополагающее средство выражения художественного образа, но не единственное. Цвет в совокупности с формой даёт более богатые по своему содержанию произведения [38].

При создании художественных образов в качестве декоративной композиции изделия, в данной работе были активно использованы такие приёмы, как стилизация и трансформация. Эти приёмы активно используют художники в своём творчестве, так как они позволяют через реально существующие, узнаваемые предметы и их формы передать тот или иной образ.

Обобщая вышесказанное, можно выделить основные приемы декоративного создания образов, использованных в данной работе:

- стилизация – один из приемов визуальной организации образного выражения, при котором выявляются наиболее характерные черты предмета и отбрасываются ненужные детали;

- трансформация – это изменение формы предмета, то есть трансформирование её в необходимую сторону: округление, вытягивание, увеличение или уменьшение в размере отдельных частей;

- общие композиционные законы изобразительного искусства действуют и в декоративно-прикладном искусстве, которое имеет свою специфику и вытекающие из неё особенности композиции;

- материальная основа декоративно-прикладного искусства (камень, металл, дерево и т. д.) накладывает отпечаток и на композицию. В неё часто включаются орнамент, различного рода узоры на художественных изделиях. В орнаментике может быть использован любой предмет в упрощённом, нередко плоскостном виде. Условность в декоративно-прикладном искусстве проявляется и в трактовке цвета. Допускается покрытие предмета цветом без светотени, бликов, рефлексов. Кроме того, цветовая условность связана с мерой насыщенности и количеством красок, ярких, интенсивных или же, напротив, блёклых (многие произведения декоративно-прикладного искусства характеризуются сочетанием насыщенных цветов) [39].

Особенности композиции декоративно-прикладного искусства во многом обусловлены техническими и художественными возможностями материала.

Данная работа посвящена слиянию двух материалов в единую композицию – природный камень в сочетании с металлом. У природного камня помимо его хороших физических свойств есть главная привлекательная особенность для художника - это его неповторимость. Каждый камень в природе обладает уникальной фактурой, окрасом, безупречным рисунком. И всё за счет формирования за сотни лет в недрах земли.

Перед тем как приступить к технологическому процессу обработки камня, необходимо внимательно его рассмотреть, для выявления участков с наиболее интересным рисунком или оттенками цвета. Не стоит отвергать камень с внутренними инородными включениями, ибо небольшой изъян придает готовому изделию неповторимость и подчёркивает натуральность камня. Можно намерено создавать оригинальные изделия из камней с дефектами, в том числе и с трещинами, используя их как выразительное средство передачи своего замысла.

Природные декоративные качества цветного поделочного камня, неповторимость его узоров, возможность варьировать колорит и рисунок в изделиях, выполняемых даже из одного и того же блока и имеющих одинаковую форму, обуславливают отношение к этому благородному материалу и к изделиям из него, как к замечательным художественным произведениям искусства.

Сочетание яркой и разнообразной палитры поделочного камня с металлом и градацией текстур влияют на эмоции через художественное изделие. Металл, богатейший по своим техническим свойствам и художественным качествам материал, издавна используется для изготовления всевозможных предметов быта, оружия, архитектурно-декоративных деталей, и, конечно, в декоративно-прикладном творчестве [40]. Металл можно ковать, чеканить, вытягивать в нити, выгибать из него ажурную конструкцию. Ценным художественным качеством металлов и их сплавов, так же как и камня, является их цветовое многообразие. При создании произведений декоративно-прикладного искусства металл часто выступает в сочетании с эмалью, цветными драгоценными и полудрагоценными камнями, стеклом, деревом и другими материалами.

В художественной обработке камня и металла также следует придерживаться основного принципа декоративно-прикладного искусства — согласованности эстетического с утилитарным [16].

Что касается специфических сторон композиции из металла, то следует сказать о стремлении художника добиться впечатления изящества, лёгкости изделия, при его большой тяжести. Лёгкость такого рода достигается плавностью линий, ажурностью конструкций, заставляющих зрителя забыть о тяжести металла.

Таким образом, анализируя особенности композиции в декоративно-прикладном искусстве, мы постоянно сталкиваемся с действием композиционных законов целостности, контрастов форм и цвето-тоновых отношений, движения как фактора выразительности линий и объемов, новизны мотивов. Настоящее произведение декоративно-прикладного искусства создается присущими этому искусству средствами, включая и средства композиции [34].

Следующим этапом на пути создания художественных изделий на основе дробленого природного камня, с применением трансформации природных объектов стала разработка метода декоративных минералсодержащих покрытий на стекле и других материалах основы, с целью подтверждения на практике теоретических возможностей выбранных материалов.

2.4 Метод создания декоративных минералсодержащих покрытий

Выбор материала основы. В процессе проведения экспериментов в качестве материала основы для нанесения фракционного каменного состава использовалось листовое (оконное) стекло (ГОСТ 111-90), толщиной 3-6 мм, в зависимости от размера предполагаемого изделия, а также оргстекло (ГОСТ 10667-90), керамическая плитка (ГОСТ 13996-93) и пластины натурального камня (мрамора) (ГОСТ 9480-89). Эти материалы наиболее подходят для нанесения фракционных композитов. Благодаря особым химическим свойствам связующего полимера, сцепление состава с ними особенно прочное. Выбор данных материалов основы оправдан тем, что оно по ряду физических свойств имеет сходство с камнем. Стекло, керамическая плитка и камень являются прочными материалами, хорошо склеиваются между собой и обладают водостойкостью, что важно при дальнейшей обработке в водной среде. Оргстекло в качестве основы было выбрано также с целью уменьшения массы изделия. Стоимость материала в сравнении от общей стоимости изделия невелика, что делает данные материалы наиболее предпочтительными в качестве основы для декоративного композитного покрытия.

Для получения качественного камнесодержащего покрытия необходимо предъявлять некоторые требования к основе: чистая поверхность стекла, очищенная от жира, грязи и посторонних составов. При не соблюдении требований могут наблюдаться такие нежелательные явления как уменьшение прочности сцепления фракционного состава с основой, образование неровностей и ненужного рельефа вследствие наличия посторонних веществ на основе.

Выбор полимерного связующего. Одним из самых распространенных видов композиционных материалов, на сегодняшний день можно считать полимерные композиционные материалы. Их столь стремительное распространение обусловлено по большей части тем, что современные технологические требования нуждаются в материалах с более широким спектром свойств и качеств. В полимерных композитах связующее (матрица) является полимером [41].

Слово "полимер" - греческого происхождения. Буквально, полимер - это молекула, состоящая из многих (поли) частей (мерос), каждая из которых представляет собой мономерное, т.е. состоящее из одной (монос) части, звено полимерной цепи. Реакция получения полимера из мономера называется полимеризацией [42].

Полимерные материалы (пластмассы, композиты, пластики) - это композиции определенного состава, получаемые из мономеров, олигомеров, полимеров, с введением при их изготовлении либо в процессе формования изделия различных компонентов

(ингредиентов) для целенаправленного придания свойств как материалу, так и изделию из него.

В полимерный материал могут входить одновременно или в различном сочетании: связующее (полимерная матрица), наполнители, пластификаторы, стабилизаторы, красители, отвердители, структурообразователи, порообразователи, смазки, антистатики, антимикробные агенты и другие компоненты, придающие специфические свойства композиции в целом [43].

Широкое распространение данные материалы получили благодаря уникальным свойствам, многие полимеры имеют высокую степень устойчивости к различным видам механических и химических воздействий, а также являются диэлектриками [44].

Пластические массы - пластмассы, пластики, материалы, содержащие в своём составе полимер, который в период формования изделий находится в вязкотекучем или высокоэластичном состоянии, а при эксплуатации — в стеклообразном или кристаллическом состоянии. В зависимости от характера процессов, сопутствующих формованию изделий, пластические массы делят на реактопласты и термопласты [43]. К числу реактопластов относят материалы, переработка в изделия которых сопровождается химической реакцией образования сетчатого полимера — отверждением; при этом пластик необратимо утрачивает способность переходить в вязкотекучее состояние (раствор или расплав). При формовании изделий из термопластов не происходит отверждения, и материал в изделии сохраняет способность вновь переходить в вязкотекучее состояние [45].

Свойства пластических масс с твёрдым наполнителем определяются степенью наполнения, типом наполнителя и связующего, прочностью сцепления на границе контакта, толщиной пограничного слоя, формой, размером и взаимным расположением частиц наполнителя. Пластические массы с частицами наполнителя малых размеров, равномерно распределёнными по материалу, характеризуются изотропией свойств, оптимум которых достигается при степени наполнения, обеспечивающей адсорбцию всего объёма связующего поверхностью частиц наполнителя. При повышении температуры и давления часть связующего десорбируется с поверхности наполнителя, благодаря чему материал можно формовать в изделия сложных форм с хрупкими армирующими элементами. Мелкие частицы наполнителя в зависимости от их природы до различных пределов повышают модуль упругости изделия, его твёрдость, прочность, придают ему фрикционные, антифрикционные, теплоизоляционные, теплопроводящие или электропроводящие свойства [42].

Наполнитель обладает значительно более высокими физико-механическими свойствами, чем связующее в полимерных композиционных материалах. Наполнители можно подразделять на волокнистые и дисперсные. Волокнистые наполнители представляют собой некие волокнистые структуры, состоящие из непрерывных или коротких волокон (например, стекловолокно). Прочность волокнистых наполнителей на два порядка выше прочностных характеристик связующей матрицы. Дисперсные наполнители отличаются от волокнистых, в основном, линейными размерами. Эти наполнители имеют самую разнообразную форму (кубическая, сферическая, чешуйчатая), и размеры (от долей миллиметра до наноразмерных) [46].

Используя различные свойства, как связующих, так и наполнителей, можно получать самые разнообразные по своим характеристикам композиты. Композиционные материалы создаются для объединения одинаковых или различных компонентов, чтобы

получить материал с новыми заданными характеристиками и свойствами, которые отличаются от характеристик и свойств начальных составляющих. Благодаря появлению подобных материалов появилась возможность избирательного выбора качеств композитов, нужных для целей определенной сферы применения [47].

По оценкам специалистов, в некоторых случаях получение реактопластов обходится дешевле, чем изготовление термопластов, но, с другой стороны, вторичная переработка реактопластов бывает достаточно сложной. В настоящее время отечественная и зарубежная промышленность выпускают различные виды реактопластов на основе фенолформальдегидных смол, а также различных видов эпоксидных материалов.

Основные виды термопластов. Среди термопластов наиболее разнообразно применение полиэтилена, поливинилхлорида и полистирола, преимущественно в виде гомогенных или эластифицированных материалов, реже газонаполненных и наполненных минеральными порошками или синтетическими органическими волокнами.

Основные виды реактопластов. После окончания формования изделий из реактопластов полимерная фаза приобретает сетчатую (трёхмерную) структуру. Благодаря этому отверждённые реактопласты имеют более высокие, чем термопласты, показатели по твёрдости, модулю упругости, теплостойкости, усталостной прочности, более низкий коэффициент термического расширения, при этом свойства отверждённых реактопластов не столь резко зависят от температуры [44].

Смола в реактопластах может отверждаться самопроизвольно (чем выше температура, тем больше скорость) или с помощью полифункционального низкомолекулярного вещества — отвердителя. Реактопласты с любым наполнителем изготавливают, применяя в качестве связующего феноло-альдегидные смолы и эпоксидные смолы [48].

Эпоксидные смолы считаются наиболее подходящим термореактивным связующим для изготовления многих композитов. Это обусловлено следующими причинами:

- высокая адгезия эпоксидных смол к множеству наполнителей, подложек и армирующих составляющих;
- возможность получать материалы с большим многообразием свойств, для широкого спектра технологий, благодаря широкому выбору эпоксидных смол и отвердителей.

В процессе реакции между отвердителем и эпоксидной смолой отсутствует выделение воды. Эпоксидные смолы после отверждения обладают высокими электроизоляционными показателями и химической стойкостью [46].

Стойкость к воздействию кислот влаги и щелочей одна из особенностей эпоксидных смол, благодаря которой их возможно использовать для капсулирования и герметизации. Для эпоксидных смол характерна относительно низкая усадка, а также высокое объёмное сопротивление и отсутствие деформирования при нагреве. Для материала характерна высокая механическая прочность и хорошая совместимость с различными наполнителями, возможность применять для соединения деталей склеиванием, для защиты от внешних атмосферных и прочих воздействий, в качестве связующего компонента вместе с наполнителем [48].

Благодаря лёгкости введения армирующих наполнителей можно снизить стоимость и увеличить стабильность размеров конечного изделия. Эти и некоторые другие

факторы сделали эпоксидные смолы более предпочтительными металлам. В частности экономичность, и в случае надобности более быстрая модификация изделия.

К недостаткам эпоксидных связующих веществ относят необходимость специальной защиты во время работы с материалами. Производственные помещения должны хорошо проветриваться. Однако, отвердевший состав, по мнению специалистов, не представляет опасности для здоровья [49].

Учитывая все вышеперечисленное, можно сказать, что композиты на основе эпоксидных смол обладают наиболее высокими физико-механическими характеристиками, сравнительно с другими связующими смолами. Они отлично сохраняют размер и форму, наиболее предпочтительны в изготовлении требовательных к прочности и лёгкости конечных изделий.

Понятие «композиционные материалы», содержат в современной форме идею о том, что совместная работа разных материалов дает результат, равнозначный созданию нового материала, у которого свойства качественно и количественно отличаются от свойств каждого из его составляющих [50].

В данной работе, в качестве полимерного материала был выбран эпоксидный клей марки ЭДП (быстрого отверждения), т.к. по ряду перечисленных свойств данный полимер является наиболее подходящим для осуществления технологического процесса изготовления декоративного композитного покрытия. Выбор связующего осуществлялся с учетом высокой адгезии к наполнителям и основам, небольшим временем отверждения, экономическим фактором, а также чтобы связующее не оказывало значительного влияния на изменение цвета фракционного наполнителя.

Подготовка поверхности основы. Исследование физико-технологических и механических свойств фракционных минеральных составов производилось на образцах диаметром 2,5 мм, размером 15/150 и толщиной не более 3 мм, нарезанных с помощью стеклореза известным способом.

С целью улучшения сцепления фракционного композита с основами из стекла, оргстекла, керамической плитки и пластинами натурального камня, поверхность основы образцов с одной стороны матировалась с помощью абразивного шлифовального круга. Для дополнительного укрепления места соединения состава с основой на поверхность основы образца наносился слой эпоксидного клея, и сверху через сито насыпался слой речного песка, примерно до середины высоты перегородок. Песок в соединении с эпоксидным клеем уплотнялся, не приклеившийся песок ссыпался с поверхности. Нанесенный таким способом первичный слой значительно укрепляет соединение композита со стеклом и сокращает расход цветных минералов.

Выбор, получение и подготовка к использованию фракционного материала. Выбор используемых композиционных составов в качестве минеральных фракций осуществлялся по близким значениям твердости, а также по разнообразию колористических оттенков. Заготовка фракционного материала происходила следующим образом. Околы цветного камня дробились до сыпучего состояния и просеивались через сито с размерами ячеей 0,02, 0,25, 0,5, 1,0 и 2 мм. Разделённый по дисперсности фракционный материал ссыпался в прозрачные ёмкости. Для получения заданного цветового оттенка или текстуры минералы смешивались между собой в необходимых пропорциях, приведённых в таблицах 3 и 4.

В ходе экспериментов было установлено соотношение весовых частей составных компонентов: каменная крошка – 80%, эпоксидный клей – 20%, такое соотношение обеспечивало получение однородной композитной массы при смешивании компонентов.

Таблица 3 – Двухкомпонентные минеральные составы (соотношение в %)

Состав (№)	Каменная крошка 1, %	Каменная крошка 2, %	Связующее, %
Состав 1	10	70	20
Состав 2	20	60	20
Состав 3	30	50	20
Состав 4	40	40	20

Из таблицы 3 видно, как процентное соотношение двухкомпонентного минерального состава постепенно меняется. В соответствии с этим меняется и тональность цвета. То же самое происходит с большим увеличением количества компонентов в составе.

Таблица 4 – Трёхкомпонентные минеральные составы (соотношение в %)

Состав (№)	Каменная крошка 1, %	Каменная крошка 2, %	Каменная крошка 3, %	Связующее, %
Состав 5	10	10	60	20
Состав 6	10	20	50	20
Состав 7	10	30	40	20
Состав 8	10	40	30	20
Состав 9	10	50	20	20

В процессе компоновки составов использовались два вида компонентов – с одинаковыми и разными размерами фракций. Для удобства, на всех ёмкостях указывался размер фракций. Например, если нужно получить зелёный цвет камня змеевика светлее, для этого добавлялся белый мрамор такого же размера фракции, а добавление чёрного камня делало зелёный цвет более тёмным.

Тональные и цветовые изменения зависят от пропорционального соотношения смешиваемых компонентов. При смешивании большего числа цветов в разных пропорциях оттенки становятся разнообразнее. Смешивание компонентов разных цветов и разных размеров фракций позволяет создавать различные каменные текстуры. Чем больше разница в размерах фракций при смешивании компонентов, тем чётче выделяются очертания крупных минералов. Смешивание 80% чёрного камня с размером фракций 2 мм с 20% белого камня с размером фракции 0,2 мм позволяет очертаниям фракций белого камня почти исчезнуть и служить лишь фоном для выделения крупных минералов чёрного камня. Добавление белого цвета в чёрный, может делать каменное покрытие не только светлее, но и ярче выявлять текстуру. Разные варианты смешивания фракций по цвету и размеру позволяют создать новые цветные текстуры не характерные для природного камня. Композиционные смеси готовятся по разработанным таблицам, в которых указывается число смешиваемых компонентов и их процентное соотношение.

Лабораторные исследования по смешиванию фракционного камня позволили получить палитру с широким диапазоном цветных текстур с заданными характеристиками,

описанными в разделе 3.4. По их образцам можно практически безошибочно воспроизвести нужный цвет и текстуру каменного покрытия.

Нанесение фракционного состава на основу. Непосредственно после приготовления фракционных составов происходит их смешение с эпоксидным клеем в заданном соотношении и покрытие стеклянной (или из другого материала) подложки. В соответствии с рисунком подбирается желаемый цвет фракционных материалов и готовится пластическая масса на основе эпоксидного клея (ЭДП). Минеральным составом со связующим заполняется каждая ячейка образца, уплотняется и проглаживается шпателем до верхнего края ограничителя. После этого образцы подвергаются сушке в течение 24 часов, при $t = 20-25^{\circ}\text{C}$. После окончательного отверждения поверхность пластины подвергается шлифованию и полированию, с помощью абразивных шлифовальных и полировочных кругов.

Подбор вспомогательных фракционных компонентов, с целью получения новых декоративных эффектов. Для создания новых декоративных эффектов, не свойственных природному камню, в данной работе использовались дополнительные фракционные материалы, такие как фарфор, стекло, медь, алюминий, латунь, в количестве 5-15 % от массы композита. Размер их частиц составлял 0,5 – 2,0 мм. Фарфоровые частицы придают каменной поверхности эффект белизны и матовости, особенно заметной на итоговой стадии отделки поверхности – полировании. Использование фракций металлов и стекла позволило обнаружить широкий спектр декоративных эффектов за счет яркого блеска, цвета и дисперсности частиц. Металлическая графика на полированной поверхности камня всегда отличалась повышенной декоративностью [15]. Нами исследовались некоторые формы её проявления.

Цветовые оттенки камня и металла позволяют находить в декоративных изделиях новые их гармонические сочетания. В отличие от стилизованного рисунка в чёрно-белой графике, его изображение в материале может значительно отличаться. Причиной тому могут стать специфические особенности текстур камня и металла, а также применённая в создании изделия технология их обработки. Эффект контрастности можно создать не только чёрно – белым изображением. Ощущение контраста возникает при восприятии полированного камня и металлического контура проступающего на его поверхности. При одинаковой способности отражать свет они сильно отличаются по текстуре материалов. Эти свойства легли в основу поиска дополнительных средств выразительности, с целью придания большей декоративности минералсодержащей поверхности.

Включение дополнительных композиционных фракций оказывает влияние на художественную выразительность композитного покрытия, но главным остается цвет минерального композита.

Изучение данного вида технологии было продиктовано попыткой найти альтернативный вариант декоративного композитного покрытия на основе фракционных минералов с целью дополнительного декорирования камнесодержащей поверхности материалами, ранее не пригодными для этих целей.

Контрастность изображения может быть достигнута разными художественными средствами: тональностью (чёрное – белое); цветом (холодные – тёплые); фактурой (крупная – мелкая); размером (большое – малое); текстурой (однородная – не однородная); отражающей способностью (матовая – глянцевая) [24].

Рассматриваемая технология в определенной степени имеет сходство с технологией выполнения перегородчатой горячей эмали. Например, в приготовлении состава стекловидной сыпучей массы и приготовлении состава каменных порошков, а также заполнение ячеек между металлическими перегородками составом для горячей эмали и заполнение составом из каменных порошков. Есть некоторое сходство в материалах: для получения цветной горячей эмали используется мелкоизмельченная стекловидная масса, а для получения цветной каменной поверхности используется измельченный природный камень. Есть также сходство в образовании прочности покрывного слоя. В разработанной нами технологии покрывной слой затвердевает благодаря химическим свойствам связующего, покрывной слой горячей эмали становится прочным после обжига при высокой температуре. По-разному образовавшиеся твёрдые поверхности одинаково хорошо шлифуются и полируются [52].

Обозначенные сходства в технологических процессах позволяют условно назвать разработанную нами технологию как «перегородчатая мозаика из фракционного камня».

В ходе практических работ были окончательно установлены технологические операции и последовательность их выполнения:

- отбор каменных пород;
- раскалывание на крупные куски;
- дробление до состояния сыпучей массы;
- деление (просеивание) на фракции;
- составление композиционных смесей;
- подготовка основы;
- изготовление перегородок;
- крепление перегородок на основе;
- приготовление составов;
- заполнение ячеек фракционным составом;
- шлифование, полирование поверхности.

2.5 Решение задач цветового проектирования применительно к вопросам дизайна декоративных композитных покрытий и разрабатываемых фракционных минералсодержащих составов

Одной из немаловажных задач в данной работе было создание рабочей цветовой палитры на основе фракционных минеральных составов. Цвет, как и любой элемент композиции, необходимо тщательно продумывать с позиции максимального соответствия создаваемому образу. Принципом подбора цветов служит гармония, основанная на мягких или 79 контрастных цветовых соотношениях. Это, в свою очередь, способствует созданию у зрителя состояния спокойствия, уравновешенности или, наоборот, — активности, динамики, бодрости [58].

Цвет является одной из важнейших характеристик, которую необходимо учитывать в дизайне изделий. Дизайнеры целенаправленно используют в своей деятельности цветовую палитру различных материалов, как природных, так и созданных людьми, для того, чтобы предметный мир, окружающий человека, стал более комфортным и эстетичным [56]. Однако следует отметить, что не всегда люди воспринимают выбранное, предложенное дизайнером цветовое решение именно таким, каким его разрабатывает и анализирует дизайнер.

Это может быть связано с тремя группами факторов. Во-первых, восприятие цвета изделия существенно зависит от внешних условий наблюдения, в том числе от параметров используемого первичного светового потока. Во-вторых, все материалы - металлы и сплавы, стекло и камни, дерево и полимеры обладают своей собственной цветовой палитрой, которая зависит от их состава, обработки и т.д. То есть восприятие результата труда дизайнера связано с характеристиками освещаемых материалов. И, в-третьих, восприятие цвета - это субъективный процесс, так как каждый человек воспринимает цвет сугубо индивидуально [51].

Приступая к исследованию свойств фракционных минеральных составов, необходимо было создать определенную цветовую палитру, на основе которой было бы возможно создавать полноценные произведения декоративно-прикладного искусства.

Художественные изделия из натурального камня обладают одним из наиболее ценных свойств – они вечны, краски камней не тускнеют, не выцветают и не осыпаются. Камни, используемые в качестве мозаики, как декоративное покрытие являются «самоцветными», т.е. имеющие природный цвет, без какой-либо искусственной подкраски. Природа наделила природные камни и минералы самыми разнообразными цветами и цветовыми оттенками, проблема только в том, что краски можно смешивать, а использование камня требует кропотливого поиска искомого фрагмента. Зачастую камень имеет причудливый рисунок (текстуру), который подбирается в соответствии с художественным замыслом. Оттенки и текстура природного камня неповторимы, что делает изделие особенным и уникальным. Насыщенность цвета также зависит и от способов обработки каменной поверхности, воздействия инструмента на материал.

Основной принцип дизайна художественных изделий из природного камня – это использование ярких, насыщенных цветов наряду с более спокойными, приглушенными [18]. Казалось бы, в живописи такое сочетание выглядело бы весьма сомнительно. Однако, в так называемой «каменной живописи» любые цветовые сочетания представляют собой гармоничный цветовой ансамбль, в котором даже самые колоритные и броские цвета смотрятся уместно в единой композиции друг с другом или с более нежными оттенками. Задача художника заключается только в том, чтобы произвести выбор, в соответствии с авторской задумкой.

При цветовом проектировании изделий из цветных минералов часто используется контраст не только в цвете, но и в текстуре материалов. Наиболее подходящим по декоративным свойствам является использование металла, как дополняющего материала. Соединение таких материалов в едином изделии, даже при монохромности цвета каждого из них уже предполагает контраст и придаёт изделию завершённый вид.

Сегодня художник-камнерез свободен от каких-либо правил и канонов, которые раньше обуславливались и диктовались традициями мастерских и цехов, где обучались мастера по обработке камня. Многие отечественные и зарубежные художники экспериментируют с сочетаниями различных материалов, цветов и техник. Однако принципы цветового проектирования с использованием традиционных сочетаний ярких, насыщенных цветов, контрастов, а также натуральности материалов актуальны и по сей день.

При разработке цветовой палитры экспериментальных фракционных составов были применены принципы цветового проектирования, выработанные в процессе индивидуальной художественной практики в течение более 5-и лет. Подбор цветовых

соотношений происходил на основе цветовых традиций искусства создания флорентийской мозаики. Для данной технологии характерны сочетания ярких, насыщенных цветов с чередованием контрастных оттенков, которые подгонялись друг к другу так, чтобы образовывать единую каменную поверхность, как бы живописную картину. Средневековые мастера умели создавать красочные произведения камнерезного мозаичного искусства, используя сочетание всего лишь нескольких цветов или оттенков. Гармонично подобранные цветовые соотношения позволяли извлечь максимум пользы и художественной выразительности из небогатой палитры минералов. Например, для наиболее эффектного сочетания белого фона из мрамора с элементами мозаичного рисунка в средневековом искусстве предпочтение отдавалось оттенками глубокого синего или зелёного, в сочетании с бледно-жёлтым или охристым [61].

Визуальная оценка любого изделия возникает на основе связей между его функцией, формой и геометрическими параметрами, а также декоративными свойствами поверхности. Одной из главных информативных составляющих, воздействующих на общее восприятие объекта дизайна, является цвет. Установлено, что нормальный человеческий глаз способен различать около 200 цветовых оттенков [52].

Принято считать, что цвет определяется длиной электро-магнитной волны, а конкретный цвет это всего лишь наше представление о нём. Это представление формируется в результате реакции человеческой системы визуального восприятия на длину волны [53].

Таким образом, цвет – информация, закодированная в длине электро- магнитных волн. Для нормального восприятия этих волн человеческий глаз преобразует их в три основных цвета: красный, зеленый, синий (цветовая модель RGB). Это значит, что все остальные цвета – плод смешения этих трёх цветов. Интересен тот факт, что если предмет находится вне зоны зрительного восприятия, то он не имеет и цвета. То есть, объекты, на которые мы не смотрим – бесцветны. Для существования цвета необходимо взаимодействие трёх факторов: свет, человек и визуальный контакт с объектом. Свет, способный вызвать у человека цветовое ощущение, имеет строго определенную длину волны: это лучи видимого электро-магнитного спектра с длиной волны от 380 до 760 нм. Следовательно, говоря о «жёлтом» или «красном» цвете, мы имеем ввиду коротко- или длинноволновой свет, который таким образом воздействует на зрительную систему, что вызывает ощущение жёлтого или красного цветов [54].

Если в повседневной речи слово «цвет» характеризует некоторое ощущение, то в колориметрии цвет – строго определенная величина.

Цвет (восприятие) цветовое ощущение, аспект зрительного восприятия, позволяющего наблюдателю различать цветовые стимулы, отличающиеся по спектральному составу излучения, т.е. отличать один объект от другого, если различие между ними обусловлено только различием спектрального состава исходящего от них света.

Цвет (в колориметрии) – трёхмерная векторная величина, характеризующая группу излучений, визуально неразличимых в колориметрических условиях наблюдения, т.е в таких условиях, при которых любые излучения одинакового спектрального состава неразличимы глазом [56].

Синтез цвета. Если на глаз действует смесь излучений, то реакции рецепторов на каждое из них складываются. Смесь красок имеет иной цвет, чем каждая из её компонентов.

Эффект получения нового цвета в результате смешения излучений или сред, например, красок, получил название эффекта сложения цветов. Изучение закономерностей эффекта показало, что в основе эффектов смешения излучения и смешения сред лежат неодинаковые физические явления [57]. Например, смесь жёлтой и синей красок имеет зелёный цвет.

В связи с этим различают аддитивные цвета: красный (Red), зелёный (Green), синий (Blue). Используя сочетания этих цветов можно воспроизвести весь природный спектр. Интересно, что белый цвет возникает при отражении совокупности этих трёх аддитивных цветов. При их смешении получается субтрактивные цвета [58].

Голубой (Cyan), пурпурный (Magenta), жёлтый (Yellow) – основные субтрактивные цвета. При их смешении получается аддитивный цвет. Если поверхность поглощает все падающие на него лучи – мы видим чёрный цвет.

Таким образом, аддитивное сложение – смешивание излучений, субтрактивное – смешивание сред. Получение заданного цвета путем сложения других называется синтезом. Аддитивный синтез используется при измерении цветов, а субтрактивный при воспроизведении цветных оригиналов [59].

Для этого был проведен выбор минеральных фракций в виде компонентов для композиционных смесей, предполагаемых к использованию в качестве декоративных композитов. Из всего разнообразия оттенков минералов требовалось отобрать те, которые не только наилучшим образом отвечают решению поставленных колористических задач, но и обладают удовлетворительными технологическими свойствами для использования в качестве минералосодержащих покрытий.

3. Выбор материалов и их композиций для создания декоративных покрытий с учетом их технологических и декоративных свойств

В процессе подготовки к проведению исследований была проделана предварительная работа по изучению и анализу возможностей использования фракционных минеральных смесей в качестве компонентов для декоративных композитных покрытий. Исследования проводились на основе данных, полученных опытным путем. Основными критериями выбора материалов были следующие:

- доступность и более низкая стоимость в сравнении с изделиями из цельного камня, выпускаемых промышленностью;
- близкие по показателям технологических свойств материалы;
- цветовые характеристики и особенности материалов и составов, позволяющие решать поставленные колористические задачи при создании художественных изделий;
- возможность проведения технологических операций без специального дорогостоящего оборудования;
- хорошая кроющая способность композита, позволяющая получать сплошное минералосодержащее покрытие без трещин и зазоров;
- возможность создавать декоративное покрытие на различных основах без специальных температурных обработок.

Стоимость предлагаемых к использованию материалов значительно уступает по стоимости камню, применяемому в художественных изделиях. Кроме того, разработанная технология позволяет экономить природные ресурсы за счет использования отходов производства. Также, как показывают результаты проведённых исследований, составы предлагаемых в работе фракционных композитов имеют гораздо более широкие цвето-текстурные и технологические возможности для создания художественных изделий и

допускают использование наряду с ними включений, несвойственных природному камню, таких как фракции стекла, фарфора, металла.

Исходя из этого, была предпринята попытка использовать данные материалы в качестве двух- и более компонентных фракционных композитов. Это позволяло уравнивать технологические операции по обработке настолько, что использование камня, металла, стекла и фарфора в одном композиционном составе не представляло сложностей для получения декоративного покрытия. Кроме того, при соединении в единый состав двух- и более компонентных фракционных составляющих с применением эпоксидного клея в качестве связующего, наблюдалось удовлетворительное значение твёрдости и пластичности материала, в то время как, при использовании цельных каменных пород с высокой твёрдостью, вероятность раскалывания и хрупкость материала повышается.

Использование фракционных композиций в составе минеральная каменная крошка + эпоксидный клей и минеральная каменная крошка + фракции металла, стекла, фарфора + эпоксидный клей также позволяет увеличить и разнообразить палитру оттенков, текстур и цветовых эффектов, невозможных при использовании цельных пород минералов.

Исходя из вышесказанного, а также из разработанных способов цветового проектирования, были выбраны образцы каменной минеральной крошки и фракционных включений из стекла, фарфора и металла для создания цветовой палитры, необходимой при изготовлении произведений декоративно-прикладного искусства. На основе этих образцов были разработаны фракционные композиции, состоящие как минимум из двух составляющих. В большинстве случаев фракционные составляющие смешивались в весовой пропорции 1:1, что оказалось достаточным для получения заданного цвета. В тех случаях, когда требовалось получить сложный оттенок, использовались двух- и трёх-компонентные фракционные композиты в неравных весовых соотношениях компонентов.

В таблице 9 приведены весовые части компонентов фракционных составов наряду с цветовыми характеристиками используемых композитов и полученных в результате смешения фракционных композиционных составов путём визуальной оценки образцов.

Таблица 9 – Цветовая палитра фракционных составов и возможности вариации оттенков

Наименование цвета	Фракционные составы / размер фракции, мм	Весовые части	Примечания
Белый	Белый мрамор+ бежевый мрамор+ фарфор / 0,5+ 0,25+1,0	1:1 1:2 1:1:2	При использовании белого и бежевого мрамора можно получить наиболее светлый оттенок из всех предлагаемых составов. Включение в композит фарфора придает текстуре поверхности чистую белизну и матовость
Жёлтый	Бежевый мрамор+ травертин / 0,25+ 0,5	1:1 1:2	В зависимости варьирования пропорций возможно получить охристый оттенок различной светлоты
Охристый	Бежевый мрамор+ персиковый мрамор+ медные частицы 0,5+0,02+1,0	1:1 1:2 2:1:1	Изменяя соотношения бежевого мрамора и персикового мрамора можно получать охристые оттенки различной интенсивности. Включение в состав частиц меди усилит полученный оттенок ярким блеском
Рыжий	Бордовый мрамор+ кирпич / 0,5+0,5	1:1 2:1	Изменяя пропорциональное соотношение компонентов можно получать варианты оттенков рыжего цвета
Бежевый	Травертин+ белый мрамор+ частицы стекла / 0,25+1,0+0,5	1:1 1:2 2:1:1	Для создания дополнительной глубины цвета и выявления текстуры рекомендуется дополнять в состав частицы стекла с

			меньшим размером фракции и меньшем количестве
Оранжевый	Персиковый мрамор+ травертин; персиковый мрамор+ кирпич / 0,25+0,5; 0,5+0,02	1:1 2:1	Варьируя соотношения персикового мрамора и травертина и мрамора/кирпича различных оттенков оранжевого можно получать широкий спектр оранжевых оттенков
Зелёный	Змеевик+ амазонит; змеевик+амазонит+травертин / 1,0+0,25; 0,5+0,02+0,25	1:1 1:2 2:1:1	Варьируя в составе фракционной композиции количество амазонита или амазонита и травертина можно получать зеленый цвет различной светлоты
Бирюзовый	Амазонит+ белый мрамор / 0,5+0,25	1:1 1:2 2:1	Изменяя пропорциональное соотношение компонентов можно получать бирюзовые оттенки различной насыщенности
Бордовый	Бордовый мрамор+ розовый темный мрамор / 0,5+0,5	1:1	Оптимальное сочетание компонентов для получения заданного цвета
Чёрный	Чёрный мрамор +фиолетово-коричневый мрамор+алюмин ивые частицы / 0,5+0,25+0,02	1:1 1:2 2:1:1	Изменяя весовые части компонентов оттенки чёрного можно изменять в необходимую сторону. Металлические фракции подчеркивают и выявляют насыщенность цвета
Коричневый	Травертин+ бежевый мрамор / 1,0+0,25	2:1	Оптимальное сочетание компонентов для получения заданного цвета
Розовый	Розовый кристаллический мрамор+ розовый темный мрамор+ частицы стекла / 0,25+0,5+1,0	1:1 2:1 1:1:1	Фракционная композиция из двух компонентов дает красивый ровный цвет. Включения фракций стекла помогают разнообразить поверхность бликами
Фиолетовый	Фиолетово-коричневый мрамор + бордовый мрамор / 0,5+1,0	1:1 1:2	Для получения более глубокого фиолетового цвета разной насыщенности рекомендуется добавлять бордовый мрамор в большем количестве

Приведённая выше таблица позволяет подбирать цветовую палитру фракционных минералсодержащих составов и делает возможным варьировать цветовые оттенки композита с учётом необходимых цвето-текстурных свойств. Различное пропорциональное соотношение весовых частей фракционных компонентов предоставляет возможность прогнозировать и осуществлять выбор цвета, в зависимости от эскиза будущего изделия. Породы камня, компоненты составов, размер их фракции и весовые части представленных в таблице материалов не являются окончательными, таким образом, вариации оттенков и текстур представляют дальнейшее развитие при использовании дополнительных или иных материалов в качестве композитных покрывных составов.

3. ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА СВОЙСТВА ФРАКЦИОННЫХ СОСТАВОВ ИЗ ЦВЕТНОГО КАМНЯ

3.1 Влияние технологических параметров на физико-механические свойства каменного покрытия

При изготовлении изделия на различных стадиях процесса создания: от выбора оков подделочного камня и самих фракционных составов до получения декоративных композитных покрытий, основными технологическими параметрами, влияющими на качество каменного покрытия, будут следующие:

- величина фракции дроблёного камня;

- материал и качество подготовки подложки, предназначенной для нанесения состава;
- характер прилегания перегородок к основе;
- степень заполнения ячеек минеральным составом металлических перегородок;
- температура и время отверждения минералсодержащего покрытия.

Теперь рассмотрим влияние этих факторов по отдельности.

Величина фракции дробленого камня. Во время подготовки к исследованиям были проведены многочисленные опыты по использованию композиционных минералсодержащих составов на основе фракций с различной степенью измельчения частиц минералов, для использования их в качестве декоративных композитных покрытий. Наилучшим образом зарекомендовали себя составы с величиной зерна 0,5 – 1,0 мм в диаметре. Такой размер зерен наиболее подходит для заполнения фракционным камнем ячеек между перегородками, так как более крупная зернистость дробленого камня затрудняет заполнение мелких ячеек, а более тонкий помол (меньше 0,2 мм) в одиночном составе фракции не позволяет выявить текстуру при обработке (характерно для пыли), что негативно сказывается на цветовых характеристиках поверхностей. Однако, для экономии материала и упрощения технологического процесса, в большинстве случаев, возможно использовать каменную пыль как дополнительную часть к крупнозернистым фракциям для предотвращения выраженной рельефности и заполнения пустот между зёрнами состава. Величина помола частиц имеет значение также для декоративных свойств готового изделия, но это будет более подробно рассмотрено далее.

Материал и качество подготовки подложки, предназначенной для нанесения минерального состава. В процессе проведения исследований образцов фракционных композитов было установлено, что материалами основы для нанесения каменных составов могут являться стекло, оргстекло, керамическая плитка, пластины натурального камня. В разделе 2.4 дается обоснование выбора стекла в качестве предлагаемого материала для изготовления композитных минералсодержащих покрытий с использованием фракционных композиционных составов и требования, предъявляемые к поверхности стеклянной основы.

Для наилучшего сцепления фракционного состава со стеклом, поверхность стеклянной пластины должна быть очищена от возможных загрязнений: пыли, грязи, жира, краски и других посторонних веществ. Очистка поверхности может производиться как с помощью абразивных материалов механическим способом, так и химическим воздействием растворителей, кислот, щелочей. В последнем случае это также позволяет выявить кристаллическую решетку структуры выбранного материала, что способствует созданию микрорельефа на поверхности основы, и создает плотное сцепление фракционного минерального композита со стеклом [46].

Сцепление фракционных композитов с основой из стекла получается более прочным, при нанесении состава на шероховатую поверхность, чем на гладкую и отполированную. Для этого поверхность стекла покрывается слоем эпоксидного клея (ЭДП) и сверху присыпается песком, что обеспечивает улучшение сцепления за счет неравномерного рельефа поверхности, а также служит дополнительным укреплением металлических ячеек и сокращает расход минеральных компонентов.

Характер прилегания перегородок к основе. Использование листового (оконного) стекла в качестве основы позволяет отказаться от нанесения рисунка на его поверхность. Цветной трансформированный эскиз с чётким линейным контуром прикладывается к

обратной стороне стекла, а на его лицевую сторону прикрепляются ребром перегородки из прокатанной через вальцы проволоки, с целью получения металлической полосы с необходимой толщиной и высотой. Процесс закрепления осуществляется с помощью эпоксидного клея так, чтобы между перегородками и стеклянной основой не было воздушных промежутков. В процессе моделирования металлических перегородок в точном соответствии с рисунком, образуется контурный рельеф из замкнутых ячеек. Чем шире торцевой край металлической перегородки, тем больше её устойчивость на основе, что особенно важно при механической обработке камнесодержащего покрытия. В зависимости от художественного замысла материал перегородки может быть медным, латунным, алюминиевым или из других металлов, но обязательно пластичным. Высота перегородок не должна превышать толщину основы, чтобы сократить вес изделия и расходные компоненты.

Степень заполнения ячеек минеральным составом металлических перегородок. Для получения качественного минералсодержащего покрытия при нанесении композиционного состава на поверхность стекла необходимо осуществлять заполнение металлических ячеек композитом до верхнего края перегородок. В случае, если покрывной состав окажется ниже, чем перегородки, создастся ненужный рельеф, который вызовет деформацию ячеек при шлифовании поверхности. Если же покрывной состав будет выше перегородок, это потребует дополнительных усилий при обработке, т.е. затруднит выявление 114 контурного металлического рисунка на каменной поверхности. Необходимо помнить, что эпоксидный клей, входящий в состав минерального композита практически не дает усадку, соответственно, исходная толщина слоя будущего изделия видна сразу после нанесения состава на поверхность.

Температура и время отверждения каменного покрытия. Для получения изделий с высокими эстетическими свойствами в качестве декоративных композитных покрытий на основе фракционных композиционных составов и эпоксидного клея необходимо соблюдать температурные и временные условия. Изготавливая изделия, предназначенные для эксплуатации при значительных нагрузках, лучше всего, если реакция полимеризации клеевой эпоксидной массы будет проходить при температуре 25° С, это позволит получить изделие, в котором внутренние напряжения сведены к минимуму [50]. Связующий состав на основе полимера становится достаточно твёрдым уже спустя 4-6 часов после приготовления смеси, однако полное отверждение происходит по истечении 24 часов, после чего изделие можно подвергать механической обработке. Увеличение или уменьшение температуры при отверждении состава на 10-15° С не оказывает существенного воздействия на качество изделия или его свойства, но все же будет лучше, если процесс полимеризации эпоксидного клея будет проходить при температуре, при которой в дальнейшем и будет эксплуатироваться данное изделие.

Выбор эпоксидного клея в качестве оптимального связующего производился исходя из следующих параметров: хорошая адгезия, небольшое время отверждения, минимальное влияние на изменение цвета фракционного наполнителя, экономический фактор. Следовало также учесть тот факт, что конечная обработка изделия происходит исключительно в водной среде, что предполагает необратимость отверждения связующего с наполнителем. В таблице 10 приведены временные характеристики полимеризации эпоксидных клеев некоторых марок и выбор подходящего по времени отверждения композиций.

Таблица 10 - Временные характеристики полимеризации эпоксидных клеев

Время полимеризации при t = 25°C	Эпоксидный клей DP 270	Эпоксидный клей DP 490	Эпоксидный клей ЭДП (быстрого отверждения)
Время жизнеспособности	70 мин.	1,5 часа	20 мин.
Время отверждения	3 часа	4-6 часов	6 часов
Время полного отверждения	48 часов	7 дней	24 часа

Исходя из вышеуказанных временных значений полимеризации, в качестве связующего компонента был выбран эпоксидный клей марки ЭДП (быстрого отверждения). Однако, как было выяснено из литературных источников, время полимеризации эпоксидного клея сокращается с увеличением температуры.

3.2 Разработка технологических параметров по применению фракционных композиционных составов для изготовления художественных изделий из камня

Технологический процесс получения декоративных композитных покрытий на основе фракционных минеральных составов состоит из следующих операций:

- отбор каменных пород;
- раскалывание на куски;
- дробление до состояния сыпучей массы;
- деление (просеивание) минеральных составов на фракции;
- составление композиционных смесей;
- подготовка основы;
- изготовление и монтаж перегородок на основе;
- смешивание фракционных составов со связующим;
- закладывание составов в ячейки, образованные перегородками;
- сушка изделия;
- шлифование, полирование поверхности изделия.

Отбор каменных пород. Для получения фракционных минеральных композиционных составов применялись такие минералы как цветной мрамор, травертин, змеевик, амазонит, в различных процентных соотношениях.

Выбор каменных пород осуществлялся исходя из колористических особенностей минералов, а также с учетом приблизительной твердости для облегчения производимых операций по обработке.

Раскалывание на куски. Раскалывание каменных пород на более мелкие куски можно производить вручную или механизированным способом. Практически у каждого минерала есть естественные трещины. В эти трещины необходимо забить металлический кол, как бы расширяя трещину и производить механические удары молотком. Камень вдоль трещин легко колется. Также можно просверлить несколько отверстий в одну линию, желательно по направлению рисунка или трещины.

Дробление до состояния сыпучей массы. Куски расколотого камня дробятся в металлической ступке из чугуна или других твердых металлов. Дополнительный фракционный материал дробится аналогичным образом. По мере измельчения минеральный дроблёный состав имеет разную дисперсность частиц, что позволяет получать разные фракции за одну технологическую операцию.

Деление минеральных составов на фракции. Размолотые каменные составы по отдельности просеиваются через сита с размерами ячеек 0,02, 0,25, 0,5, 1,0, 1,5, 2,0 мм.

Предлагаемый к использованию помол фракционного состава 0,5 – 1,0 мм.

После дробления и просеивания минерального состава частицы металла ступки удаляются с помощью магнита, в том случае, если в будущем композите не предполагается включение металлических фракций.

Допускается присутствие в помоле фракционного состава пылевидной фракции, которая всегда добавляется в качестве составной части композита.

Измельчённые и разделённые по фракциям минеральные составы сыпаются в прозрачные емкости и плотно закрываются крышкой.

Составление композиционных смесей. Для получения заданного цветового оттенка, насыщенности или текстуры минеральные композиты смешиваются между собой в нужных пропорциях, исходя из составленных таблиц, полученных колориметрических данных и дисперсности фракционных частиц, в соответствии с эскизом.

В процессе составления смесей использовались два вида смешивания – с одинаковыми и разными размерами фракций. Тональные и цветовые изменения зависят от пропорционального соотношения смешиваемых компонентов.

Композиционные смеси готовятся по разработанным таблицам, в которых указано число смешиваемых компонентов и их процентное соотношение.

Колориметрические исследования фракционных составов позволили получить палитру с широким диапазоном цветных текстур с необходимыми характеристиками и возможностью взаимозаменять некоторые минеральные составы. По их образцам можно практически безошибочно воспроизвести нужный цвет и текстуру каменного покрытия.

Подготовка основы из стекла. Для изготовления композитных минералсодержащих покрытий рекомендуется использование в качестве основы листовое оконное стекло толщиной 3 мм (ГОСТ 111-90), как наиболее доступного материала по стоимости и в обработке.

Стеклозаготовка, вырезанная по размеру будущего изделия, очищается механическим путем от загрязнений. Со стороны, на которую будет наноситься композитный состав, поверхность стекла матируется для улучшения механического сцепления композита с основой.

Изготовление и монтаж перегородок. В зависимости от эскиза и цветового решения для изготовления перегородок рекомендуется использовать медную проволоку марки М1 (ГОСТ 434-78), алюминиевую (ГОСТ 14838-78) или латунную (ГОСТ 1066-90).

Проволока прокатывается в вальцах до необходимой толщины и высоты перегородок. Высота перегородок устанавливается в зависимости от предполагаемого размера фракции, а также от высоты и размера основы. Для стеклянной основы толщиной 3 мм рекомендуется использовать проволоку высотой до 3 мм. Для более толстых основ изделий может применяться проволока высотой до 5 мм.

Толщина перегородок может варьироваться от 0,2 – 2,0 мм.

Перегородки устанавливаются строго вертикально к поверхности основы так, чтобы рисунок созданный перегородками образовывал замкнутые ячейки. Высота перегородки не должна превышать высоту основы для сокращения веса изделия и экономии исходного материала.

Смешивание состава со связующим. Смешение фракционного состава со связующим из эпоксидного клея марки ЭДП (быстрого отверждения), (ТУ 075105.08.90-94) происходит непосредственно перед нанесением на основу.

Смешение производится в заданном процентном соотношении: фракционный наполнитель 80 % и эпоксидный клей 20 % на плоской поверхности из любого материала с помощью железной плоской лопатки.

В зависимости от эскиза и замысла художника, в минеральный состав добавляются фракции металла, фарфора, стекла различной дисперсности. Рекомендуется использовать частицы с помолом зерна не менее 1,0 мм, при этом размер фракции минерального состава должен быть меньшей дисперсности, для создания более выраженной и контрастной текстуры поверхности.

Закладывание составов в ячейки, образованные перегородками. Фракционный композит в мокром виде закладывается в ячейки, образованные металлическими перегородками.

В том случае, если покрывной состав окажется ниже, чем перегородки, создастся ненужный рельеф, который вызовет деформацию ячеек при шлифовании поверхности. Если же покрывной состав будет выше перегородок, это потребует дополнительных усилий при обработке, так как затруднит выявление металлического контура рисунка на каменной поверхности.

Сушка изделия. Перед окончательной обработкой изделие должно быть тщательно просушено. Сушка изделия осуществляется при температуре 20-25°C.

Связующий состав на основе эпоксидного клея ЭДП в качестве полимера становится достаточно твердым уже спустя 4-6 часов после нанесения смеси, однако полное отверждение происходит по истечении 24 часов, после чего изделие можно подвергать дальнейшей обработке.

Увеличение или уменьшение температуры при отверждении состава на 10- 15° С не оказывает существенного воздействия на качество изделия или его свойства, однако лучше, если процесс полимеризации фракционного композита будет проходить при комнатной температуре, т.е. температуре, при которой, как правило, в дальнейшем и будет эксплуатироваться данное изделие.

Шлифование и полирование изделия. В процессе шлифования поверхности фракционного каменного покрытия происходит выявление металлических ячеек, служащих перегородками для разделения каждого цвета минеральной фракции, а также контурным рисунком трансформированного природного объекта.

Изделие сошлифовывается с помощью абразивов вместе с верхним слоем металлических перегородок, с постепенным уменьшением зернистости. Шлифование производится с помощью абразивных дисков различной зернистости в водной среде.

Для ускорения процесса, между каменным покрытием и шлифовальным диском необходимо добавлять песок, который по мере истирания становится мельче и обеспечивает более мягкий процесс обработки.

После выявления на поверхности фракционного минерального покрытия металлического контурного рисунка изделие тщательно промывается в проточной воде и просушивается.

На конечном этапе обработки изделие подвергается полировке с помощью специальных восковых полировочных паст.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фарндон, Д. Драгоценные и поделочные камни, полезные ископаемые и минералы / Д. Фарндон. – М.: Эксмо, 2008. – 256 с.
2. Федотов, Г.В. Когда оживает камень / Г.В. Федотов. – М.: Аст-Пресс, 1999. – 144 с.
3. Ферсман, А.Е. Очерки по истории камня. В 1 т. Т.1 / А.Е. Ферсман. – М.: ТЕРРА, 2003. – 304 с.
4. Митрофанов, Г.К. Облицовочные и поделочные камни СССР / Г.К. Митрофанов, И.А. Шпанов. – М.: Недра, 1969. – 367 с.
5. Платонов, А.И. Природа окраски минералов / А.И. Платонов. – Киев: Наукова думка, 1976. – 199 с.
6. Самсонов, Я.П. Мировой рынок цветных камней / Я.П. Самсонов, Ю.Г. Цветков. – М.: ОНТИ ВИЭМС, 1982. – 60 с.
7. Смирнов, В.И. Геология полезных ископаемых / В.И. Смирнов. – М.: Недра, 1982. – 669 с.
8. Белицкая, Э. Художественная обработка цветного камня / Э. Белицкая. – М.: Легкая промышленность, 1983. – 224 с.
9. Здорик, Т.Б. Здравствуй, камень / Т.Б. Здорик. – М.: Недра, 1975. – 128 с.
10. Здорик, Т.Б. Приоткрой малахитовую шкатулку / Т.Б. Здорик. – М.: Недра, 1979. – 114 с.
11. Шуман, В. Мир камня. В 2 т. Т. 2 / В. Шуман. – М.: Мир, 1986. – 263 с.
12. Булах, А.Г. Общая минералогия / А.Г. Булах. – М.: Академия, 2008. – 416 с.
13. Путолова, Л.С. Декоративные разновидности цветного камня СССР / Л.С. Путолова. – М.: Недра, 1989. – 386 с.
14. Синкенкес, Д. Руководство по обработке драгоценных и поделочных камней / Д. Синкенкес. – М.: Мир, 1989. – 424 с.
15. Ухин, С.В. Художественная обработка камня / С.В. Ухин. – М.: Аст Сталкер, 2004. – 48 с.
16. Бетехтин, А.Г. Минералогия / А.Г. Бетехтин. – М.: Госгеолиздат, 1950. – 956 с.
17. Сычев, Ю.И. Распиловка камня / Ю.И. Сычев, Ю.Я. Берлин. – М.: Стройиздат, 1989. – 320 с.
18. Киевленко, Е.Я. Декоративные коллекционные минералы / Е.Я. Киевленко, В.И. Чупров, Е.Е. Драмшева. – М.: Недра, 1987. – 257 с.
19. Соболевский, В.И. Замечательные минералы / В.И. Соболевский. – М.: Просвещение, 1983. – 217 с.
20. Покидова, Г.П. О композиции в дизайне художественных изделий из металла / Г.П. Покидова, А.А. Петров // Дизайн и технология художественной обработки материалов: сб. ст. – М., 2004. – С. 3 – 12.
21. Якушева, М.С. Трансформация природного мотива в орнаментальную декоративную форму / М.С. Якушева. – М.: МГХПУ им. С.Г. Строгановой, 2009. – 240 с.
22. Логвиненко, Г.М. Декоративная композиция / Г.М. Логвиненко. – М.: ВЛАДОС, 2005. – 161 с.
23. Даглдиян, К.Т. Декоративная композиция / К.Т. Даглдиян. – Ростов н/Д.: Феникс, 2010. – 312 с. : ил.

24. Маккэлэм, Г.Л. 4000 мотивов. Животные, птицы и рыбы / Г.Л. Маккэлэм. – М.: АСТ, 2008. – 384 с.
25. Голубева, О.Л. Строгановская школа композиции / О.Л. Голубева, А.Н. Лаврентьев. – М.: МГХПУ, 2005. – 351 с.
26. Аронов, В.Р. Художник и предметное творчество / В.Р. Аронов. – М.: Советский художник, 1987. – 230 с.
27. Ветрова, И.Б. Неформальная композиция / И.Б. Ветрова. – М.: Ижица, 2004. – 169 с.
28. Коршунова, Т.Т. Декоративно-прикладное искусство Санкт-Петербурга за 300 лет / Т.Т. Коршунова. – СПб.: Государственный Эрмитаж, АРС, 2006. – 296 с.
29. Варава, Л. Современная энциклопедия ДПИ / Л. Варава. – М.: Бао, 2012. – 304 с.
30. Винник, П.Г. Материаловедение / П.Г. Винник. – Ростов н/Д.: ИПО ПИ ЮФУ, 2007. – 220 с.
31. Джонс К.Дж. Инженерное художественное конструирование / Дж.К. Джонс. – М.: Мир, 1976. – 374 с.
32. Васин, С.А. Проектирование и моделирование промышленных изделий / С.А. Васин, А.Ю. Талащук. – М.: Машиностроение-1, 2004. – 664 с.
33. Беляева, С.Е. Основы изобразительного искусства и художественного проектирования / С.Е. Беляева. – М.: Академия, 2006. – 224 с.
34. Быков, З. Художественное конструирование, проектирование и моделирование промышленных изделий / З. Быков. – М.: Высш. шк., 1986. – 239 с.
35. Михайлов, С.М. Основы дизайна: учебник для вузов / С.М. Михайлов, Л.М. Кулеева. – М.: Союз Дизайнеров, 2006. – 237 с. : ил.
36. Наумов, В.П. Основы проектной деятельности: учеб. пособие / В.П. Наумов, А.Г. Куликов. – Магнитогорск: Изд-во МаГУ, 2001. – 153 с.
37. Проектирование и моделирование промышленных изделий: учебник для вузов / под ред. С.А. Васина – М.: Машиностроение-1, 2006. – 691 с.
38. Устин, В.Б. Композиция в дизайне / В.Б. Устин. – М.: АСТ, Астрель, 2006. – 239 с.
39. Чернышёв, О.В. Формальная композиция. Творческий практикум по основам дизайна / О.В. Чернышёв. – Минск: Харвест, 1999. – 309 с.
40. Дизайн: иллюстрированный словарь справочник / под ред. Г.Б. Минервина, В.Т. Шимко. – М.: Архитектура, 2007. – 285 с.
41. Аверко-Антонович И.Ю. Методы исследования структуры и свойств полимеров: учеб. пособие / И.Ю. Аверко-Антонович, Р.Т. Бикмуллин. – Казань: КГТУ, 2002. – 604 с.
42. Беднардж, Б. Светочувствительные полимерные материалы / Б. Беднардж. – Л.: Химия, 1985. – 296 с.
43. Бартенев Г.М. Физика полимеров / Г.М. Бартенев, С.Я Френкель. – Л.: Химия, 1990. – 432 с.
44. Бартенев, Г.М. Физика и механика полимеров / Г.М. Бартенев, Ю.В. Зеленев. – М.: Высшая школа, 1983. – 391 с.
45. Тагер, А.А. Физико-химия полимеров / А.А. Тагер. – М.: Химия, 1968. – 573 с.

46. Тугов, И.И. Химия и физика полимеров: учеб. пособие для вузов / И.И. Тугов, Г.И. Кострыкина. – М.: Химия, 1989. – 432 с.
47. Максанова, Л.А. Полимерные соединения и их применение: учеб. пособие / Л.А. Максанова, О.Ж. Аюрова. – Улан-Удэ: ВСГТУ, 2005. – 178 с.
48. Шур, А.М. Высокомолекулярные соединения / А.М. Шур. – М.: Высшая школа, 1981. – 656 с.
49. Баженов, С.Л. Полимерные композиционные материалы. Прочность и технология / С.Л. Баженов, А.А. Берлин, А.А. Кульков [и др.]. – Долгопрудный: Интеллект, 2010. – 352 с.
50. Иванова, А.В. Свойства стекла и минеральных вяжущих веществ / А.В. Иванова, И.А. Михайлова. – Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ – УПИ, 2005. – 47 с.
51. Анри де Моран. История декоративно-прикладного искусства / Анри де Моран. – М.: Искусство, 2011. – 643 с.
52. Емельянов, А.Ю. Дизайн изделий декоративно-прикладного искусства малых форм с применением техники перегородчатой эмали / А.Ю. Емельянов, С.Г. Петрова // XIV Междунар. научн.-практ.конф. «СТС»: сб. ст. – Томск, 2011. – С. 267 – 268.
53. Иттен, И. Искусство цвета / И. Иттен. – М.: Д. Аронов, 2000. – 95 с.
54. Луизов, А.В. Цвет и свет / А.В. Луизов. – Л.: Энергоатомиздат, 1989. – 256 с.
55. Шашков, Б.А. Цвет и цветовоспроизведение / Б.А. Шашков. – М.: Мир Книги, 1995. – 316 с.
56. Соколова, М.Л. Особенности цветового дизайна / М.Л. Соколова, А.А. Петров // Дизайн и технология художественной обработки материалов: сб. ст. – М., 2003. – С. 29 – 32.
57. Агостон, Ж. Теория цвета и её применение в искусстве и дизайне / Ж. Агостон. – М.: Мир, 1982. – 181 с.
58. Гуревич, М.М. Цвет и его измерение / М.М. Гуревич. – М.: Издательство Академии наук СССР, 1950. – 267 с.
59. Джадд, Д. Цвет в науке и технике / Д. Джадд. – М.: Мир, 1978. – 577 с.
60. Резько, И.В. Гармония цвета. Природные натуральные цвета / И.В. Резько. – Минск: Харвест, 2006. – 288 с.
61. Демидов, А.В. Флорентийская мозаика: учеб. пособие / А.В. Демидов. – СПб. : СПГУТД, 2010. – 90 с.
62. ГОСТ 25.604-82. Расчеты и испытания на прочность. Методы механических испытаний композиционных материалов с полимерной матрицей (композитов). – М.: Госстандарт России, 1984. – 6 с.
63. ГОСТ 8.736-2011. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения. – М.: Госстандарт России, 2011. – 24 с



МИНОБРНАУКИ РФ

ФГБОУ ВО

«Уральский государственный горный университет»

«УТВЕРЖДАЮ»

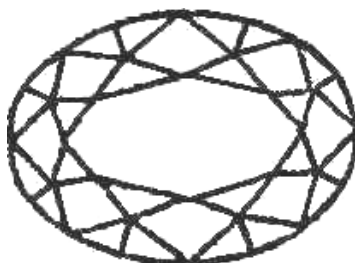
Зав. кафедрой ТТР МПИ

Проф. С. Г. Фролов

ОГРАНКА САМОЦВЕТОВ

Методическое пособие

по самостоятельной работе и практические задания



Екатеринбург, 2018

1 ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения учебной дисциплины «Огранка самоцветов» является последовательное изучение всех этапов огранки самоцветов; приобретение студентами профессиональных знаний, навыков и умений, необходимых и достаточных для выполнения (организации, планирования, контроля и поддержания на должном уровне) огранки самоцветов в соответствии с содержанием и задачами работ, проводимых на предприятиях и в мастерских.

Для достижения указанной цели необходимо:

- овладеть практическими навыками обработки поделочных камней и самоцветов различной твердости;
- освоить специальную технологию обработки камня и самоцветов.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Результатом освоения дисциплины «Огранка самоцветов» и формируемые у обучающихся компетенции определены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 Формируемые компетенции и результаты обучения

Компетенция	Результаты обучения		Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПК-5: способен к освоению и реализации промежуточного и финишного контроля материала, технологического процесса и готовой продукции	<i>знать</i>	- возможности технологического оборудования и инструмента, условия его эффективного использования и определение параметров режима камнеобработки; - основные виды технологического брака, их причины и способы их устранения.	ПК-5.1. Понимает возможности технологического оборудования и инструмента, условия его эффективного использования и определение параметров режима камнеобработки; основные виды технологического брака, их причины и способы их устранения
	<i>уметь</i>	- выбирать оборудование, инструмент, сырье, технологические схемы и производить расчеты параметров режима обработки сырья; - предупреждать выход из строя оборудования.	ПК-5.2. Выбирает оборудование, инструмент, сырье, технологические схемы и производить расчеты параметров режима обработки сырья; предупреждает выход из строя оборудования
	<i>владеть</i>	- приемами ручной и способами механической обработки камня.	ПК-5.3. Владеет приемами ручной и способами механической обработки камня

3. КЛАССИФИКАЦИЯ АБРАЗИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ

1) Абразивные материалы для шлифовки и притирки

а) Окись алюминия Al_2O_3 (Синтетический корунд)

Алунд (Norton Co.).... коричневая окись алюминия.....А

Алоксит (Carborundum Co.)..... белая окись алюминия

(белый алунд)WA

б) Карбид кремния SiC

Карборунд (Carborundum Co.) . черный карбид кремния ...C

Кристалон (Norton Co.) зеленый карбид кремния

(зеленый карборунд) GC

в) Карбид бора B_4C , кубический нитрид бора BN и другие продукты электропечи применяются для притирки камней с высокой твердостью. Кубический нитрид бора (

Боразон: GE Co) является самым твердым абразивным материалом, за исключением алмаза.

г) Алмаз представляет собой идеальным абразивным материалом, так как он не только превосходит по твердости все другие материалы, но и обладает уникальным свойством, позволяющим шаржировать им металлические диски или планшайбы. Алмаз применяется также в виде алмазных кругов на металлических или бакелитовых связках.

2) Абразивные материалы для полировки

- а) Окись железа Fe_2O_3
- б) Окись церия CeO Церокс, Лерокс и др. .
- в) Двоукись циркония ZrO_2 ...Оксикон и др. (редко применяется)
- г) Окись хрома Cr_2O_3
- д) Окись алюминия Al_2O_3Линде А
- е) Окись олова SnO_2
- ж) Окись магния MgO (редко применяется)
- з) Алмаз С
- и) Трепел... природный полирующий материал (редко применяется)

РАЗМЕР ЗЕРНА АБРАЗИВНОГО МАТЕРИАЛА

Размер зерна "абразивного материала выражается как в единице меш, так и в единице мк.

Меш обозначает число отверстий сита на 1 линейный дюйм, через которые проходят зерна.

В единице мк, как правило, выражается средний диаметр зерна.

Практически трудно изготовлять сито размером более 400 меш, поэтому для определения размера зерна тонкоизмельченного абразивного материала применяется сито с предположительным числом отверстий. Для сортировки мелкозернистых абразивных материалов единица мк более практична, чем единица меш.

Таблица

Соотношение между единицами мк и меш

Размер в мк	Диапазон размеров в мк	Эквивалентный размер в меш
1/2	0 - 1	60 000
1	0 - 2	14 000
3	1 - 5	8 000
6	4 - 8	3 000
9	6 - 12	1 800
15	8 - 22	1 200
30	20 - 40	600
45	30 - 60	325
60		280
100		145
120		120
180		80
300		50

ГРАНИЛЬНЫЕ ПЛАНШАЙБЫ

1) Шлифовальное колесо (натуральное и искусственное)

Обеспечивает чистоту обрабатываемой поверхности, но не эффективно.

2) Металлические планшайбы с применением свободных зерен

Материал.....Сталь, свинец, чугун, пластмасса и т.п.

ПреимуществаЭкономичность и чистота обрабатываемой поверхности

НедостаткиЗагрязнение свободным абразивным порошком

Свинцовая планшайба является такой мягкой, что абразивный порошок под действием обрабатываемого камня вдавливается и заделывается в нее, обеспечивая высокую способность гранения.

3) Алмазный диск

- Медная планшайба, шарожированная алмазным порошком.

Медная планшайба, шарожированная алмазным порошком размером 6—9 мк, выгодно применяется в окончательном процессе притирки корундовой группы камней.

Рис. 1 Процесс шарожирования.

1 - Планшайба; 2-Зарубки, сделанные по радиусу с помощью ножа; 3 – Ролик для шарожирования; 4 – Зарубки глубиной 1-1,5 мм; 5 – зарубки после обкатки роликом. Алмазный порошок вделан в зарубках.

Планшайбу диаметром 150—200 мм шарожируют алмазным порошком, взвешенным в оливковом масле, в количестве 10—20 капель.

Тщательно растирают его пальцами для обеспечения равномерности распределения.

- Алмазный диск на связке

Алмазный диск на металлической связке.

1) Спеченныйдорог, но с большим сроком службы.

2) Плакированный..... дешев, но с малым сроком службы.

Алмазный диск на бакелитовой связке.....редко применяется.

ПОЛИРОВАЛЬНЫЕ ПЛАНШАЙБЫ

Полировальная планшайба применяется после окончания последнего процесса притирки. Полировка производится, как правило, на меньшей скорости, чем при гранении. Особенно обработку мягких камней рекомендуется производить при меньшей скорости вращения планшайбы.

Алмазный порошок смешивают с вазелином, оливковым маслом или консистентной смазкой, а остальные полирующие присадки — с малым количеством воды до образования пасты.

Для полировки планшайбу намазывают порошком только в малом количестве. В следующей таблице приведены рекомендуемые варианты комбинаций планшайб капелирующих, присадок для различных камней.

Таблица

Часто используемые комбинации планшайб и полирующих присадок

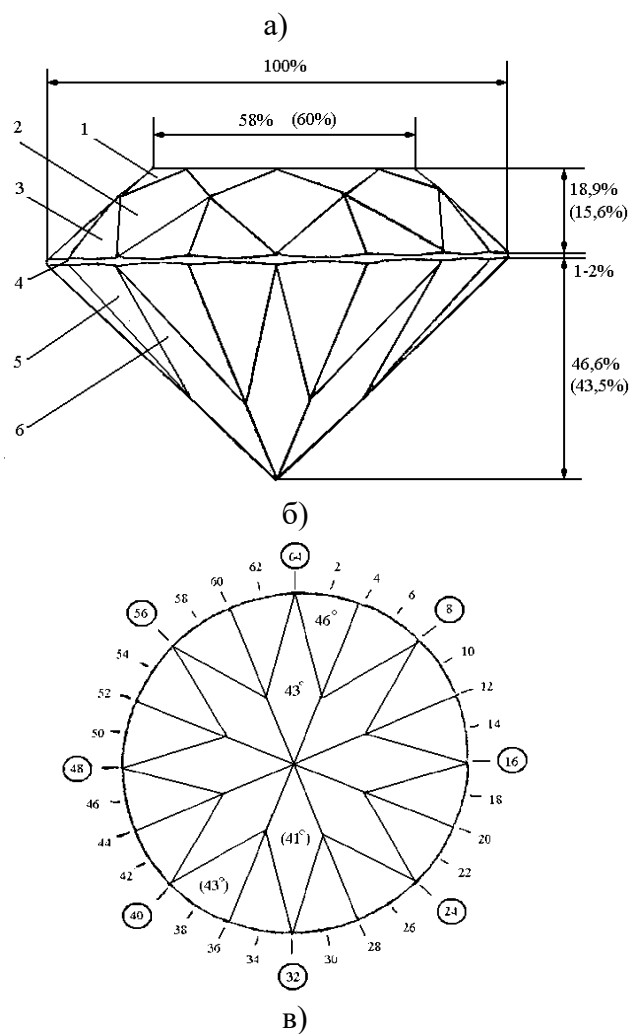
Камни	Деревянная планшайба	Восковая и пековая планшайбы	Планшайба из лусита	Планшайба из фенольной смолы	Пластмассовая планшайба	Чугунная планшайба	Оловянная планшайба	Планшайба из свинцовооловянного сплава	Медная планшайба
Андалузит							LA, SnO ₂	LA, SnO ₂	
Апатит	dia	LA, CeO, SnO ₂			LA		LA, SnO ₂		
Берилл	dia, La		LA, CeO, SnO ₂		CeO		LA, CeO, SnO ₂		
Хризоберилл				dia			dia, La	dia	dia, La
Корунд			dia		dia	dia	dia		dia, TP
Эпидот				CeO	CeO		LA, SnO ₂	LA, SnO ₂	
Фельдшпат					CeO		LA, CeO	LA, CeO, TP	
Флюорит	dia, La, SnO ₂	LA, SnO ₂		CeO	LA, SnO ₂			LA, SnO ₂	
Гранат					CeO		LA, SnO ₂	LA, SnO ₂	
Иолит					CeO		LA, SnO ₂	LA, SnO ₂	
Обсидиан	CeO, Cr ₂ O ₃	CeO	CeO				LA, CeO, SnO ₂	LA, CeO, SnO ₂	
Опал	CeO, SnO ₂	CeO, SnO ₂	CeO		CeO, SnO ₂		LA, SnO ₂	LA, SnO ₂	
Перидот	dia	LA	LA, CeO	LA				LA	
Кварц	Cr ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₃		CeO, Cr ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	CeO		LA, CeO, SnO ₂	LA	
Рутил							dia, LA	LA	
Шпинель						dia	dia, LA	LA, Cr ₂ O ₃	dia
Сподумен							LA, SnO ₂		
Топаз	dia		LA, Cr ₂ O ₃	dia			dia, LA, SnO ₂	LA	dia
Турмалин			Cr ₂ O ₃		Cr ₂ O ₃		LA, SnO ₂	TP	
Циркон						dia	LA, SnO ₂	LA, SnO ₂	
Фианит (кубическая циркония)							dia, La	dia, La	dia
Гадолиново - галлиевый гранат					dia, CeO		dia, La, SnO ₂	LA, SnO ₂	
Стронтию - титанат	dia	La			dia		dia, La		
ИАГ Иттроалюминогранат					dia		dia, La	dia, La	

dia - алмазный порошок 1—2 мк; LA - линде А; TP - трепел; CeO - окись церия; SnO₂ - окись олова; Cr₂O₃- окись хрома;

Fe₂O₃- окись железа; Для стекла принимаются те же комбинации, что для обсидиана.

СТАНДАРТНАЯ БРИЛЛИАНТОВАЯ ОГРАНКА

кварцевой группы (корундовой группы). Цифры в скобках даны для корундовой группы).



а) коронка; б) вид сбоку :1 – верхний клин коронки (звёздчатая грань), 2 – основная грань коронки, 3 – нижний клин коронки, 4 – рундист, 5 – верхний клин павильона, 6 – основная грань павильона; в) павильон.

Рис.2 Стандартная бриллиантовая огранка.

1. Очередность гранения коронки

а) Рундист под углом 90°

б) Площадка под углом 0°

в) Основные грани коронки

под углом $42^\circ(38^\circ)$ в делениях 64-8-16-24-32-40-48-56

г) Верхние клинья коронки

под углом $27^\circ(22^\circ)$ в делениях 4-12-20-28-36--44-52-60

д). Нижние клинья коронки под углом $49^\circ \pm (46^\circ \pm)$ в делениях 2-6-10-14-18-22-26-30-34-38-42-46-50-54-58-62 .

Угол гранения нижних клиньев коронки может немного отклоняться от вышеуказанной величины $49^\circ(46^\circ)$ в зависимости от ширины площадки, т.е., чем больше площадка, тем больше угол наклона нижних клиньев коронки.

2. Очередность полировки

а) Площадка

б) Верхние клинья коронки

в) Основные грани коронки

г) Нижние клинья коронки

Переклеивание камня на другой кич (производят на специальной оправке для переклеивания).

3. Очередность гранения павильона

а) Основные грани павильона под углом $43^\circ(41^\circ)$ в делениях 64-8-16-24-32-40-48-56 .

б) Верхние клинья павильона под углом $45^\circ(43^\circ)$ в делениях 2-6-10-14-18-22-26-30-34-38-42-46-50-54-58-62

4. Очередность полировки

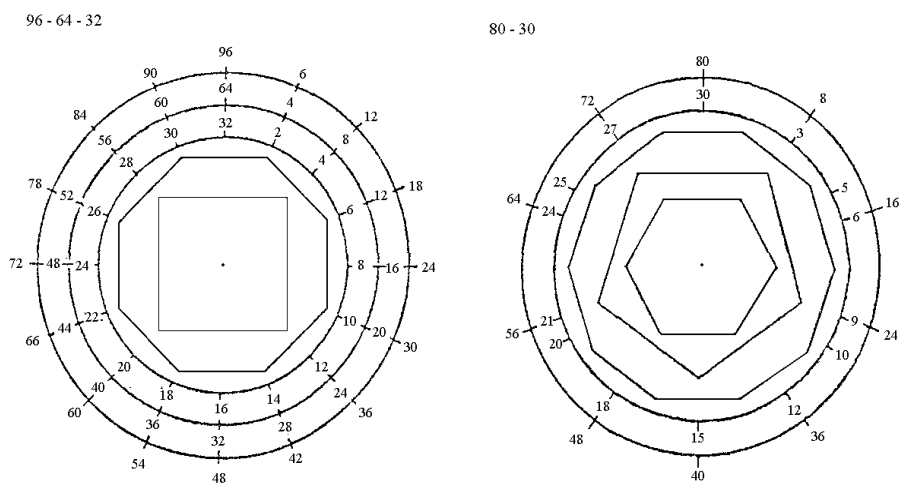
а) Основные грани павильона

б) Верхние клинья павильона .

5. Отделка рундиста

Отделка рундиста производится двумя способами, либо вращением шпинделя гранильного устройства при выведенной из зацепления собачке, либо удерживая пальцами кич, снятый с гранильного устройства.

ПЕРЕВОДНЫЕ СХЕМЫ соотношений между показаниями делительных зубчатых колес с числом зубьев 96, 64, 32, 80 и 30



НАКЛЕИВАНИЕ ЗАГОТОВКИ НА КИЧ.

Прежде чем наклеивать камень, очищают кич и заготовку спиртом или тому подобным растворителем. Даже малое количество масла и грязи может лишать надежности наклеивания воском.

Предварительно подогретую заготовку наклеивают на кич, обеспечивая их соосность.

Употребление чрезмерно большого количества воска не допускается во избежание смещения заготовки в процессе гранения. После наклеивания заготовки проверяют и убеждаются в надежности наклеивания.

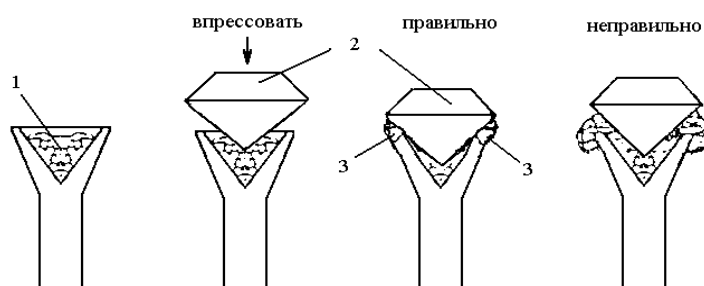


Рис. 4 Наклеивание заготовки на кич.

1 – растопленный воск, 2 – предварительно обработанный камень, 3 – контакт.

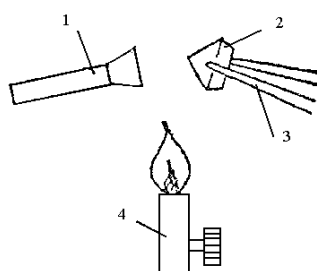


Рис. 5 Процесс наклеивания заготовки

1 – кич, 2 – камень, 3 – пинцет, 4 – спиртовая лампа или газовая горелка.

ПЕРЕКЛЕИВАНИЕ ЗАГОТОВКИ НА ДРУГОЙ КИЧ НА ОПРАВКЕ.

Неподвижно закрепить старый кич. Новый кич, покрытый воском, поместить на место. Повторно нагреть новый кич до тех пор, пока воск не будет растоплен, и втолкнуть его в сторону камня. Затянуть винт и тщательно профилировать воск пальцем. Нагревая, снять, старый кич. Очистить камень от воска.

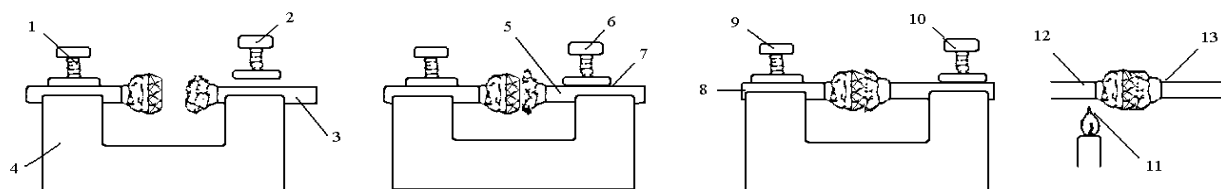


Рис. 6 Переклеивание заготовки на другой кич на оправке.

1 – затянуть, 2 – приподнять, 3 – нагретый кич, 4 – оправка для переклеивания, 5 – повторно нагревать, затянуть. 6 – опустить, но не затянуть до упора, 7 – контакт, 8 – толкнуть, 9 – затянуть, 10 – затянуть, 11 – нагреть, 12 – снять, 13 – оставить холодным.

ВЫБОР УГЛОВ НАКЛОНА ОСНОВНЫХ ГРАНЕЙ КОРОНКИ И ПАВИЛЬОНА

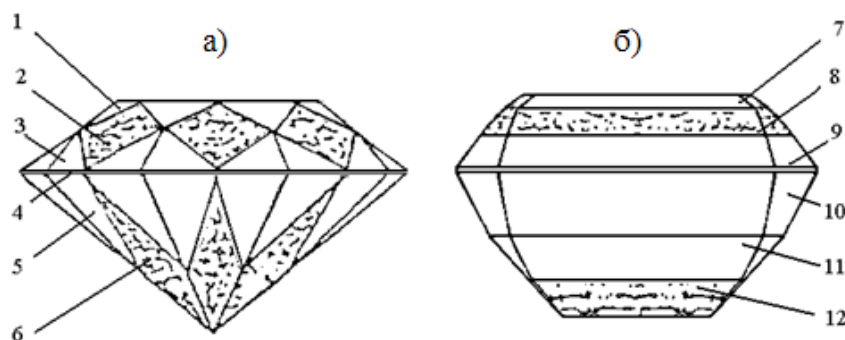


Рис. 7 Выбор углов гранения.

а) Стандартная бриллиантовая огранка: 1 – верхний клин коронки, 2 – основная грань коронки, 3 – нижний клин коронки, 4 – рундист, 5 – верхний клин павильона, 6 – основная грань павильона, б) Изумрудная огранка: 7 – верхний пояс коронки, 8 – основная грань коронки, 9 – нижний пояс коронки, 10 – верхний пояс павильона, 11 – средний пояс павильона, 12 – основная грань павильона.

Углы гранения, придающие прозрачным камням блеск и яркость, определяются на основе их показателей преломления. Чем ниже показатель преломления у камня, тем больший угол гранения принимается. На следующей диаграмме приведена зависимость углов наклона основных граней от показателей преломления.

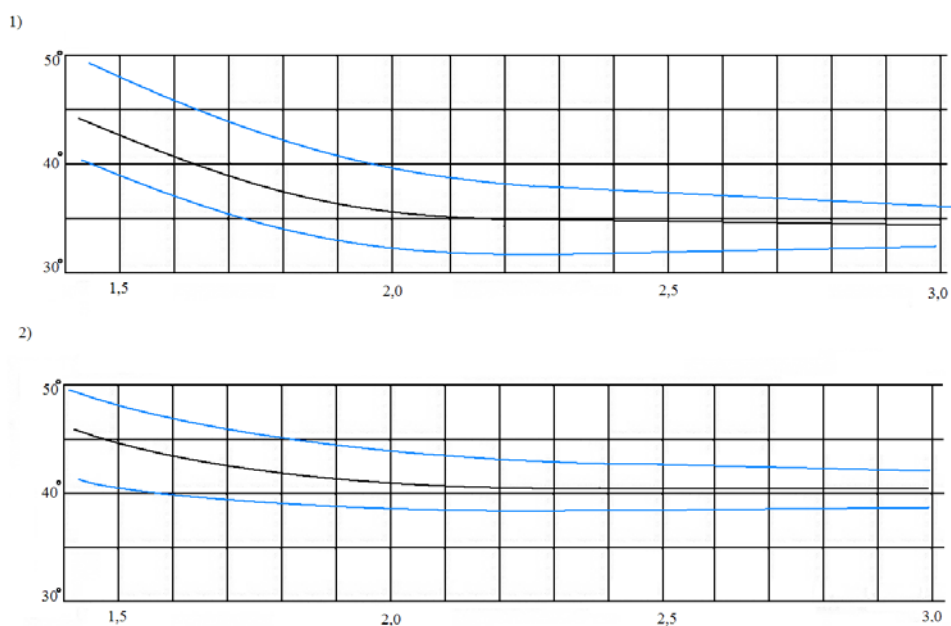


Рис.8 Диаграмма зависимости угла наклона основной грани павильона (1) и коронки (2) от показателя преломления.

По горизонтальной оси отмечены показатели преломления, а по вертикальной – углы наклона основной грани. Черным цветом выделена рекомендуемая величина, а между голубыми линиями находится допустимая величина.

ВЫБОР УГЛОВ НАКЛОНА ДРУГИХ ГРАНЕЙ

1. Стандартная бриллиантовая огранка

Коронка

Угол наклона основных граней..... по диаграмме или таблице

Угол наклона верхних клиньевугол наклона основных граней - (12° — 17°)

Угол наклона нижних клиньевугол наклона основных граней + (5°—9°)

Павильон

Угол наклона основных гранейпо диаграмме или таблице

Угол наклона верхних клиньев.....угол наклона основных граней + (2°—3°)

Таблица

Пример

Угол наклона грани	Кварцевая группа	Корундовая группа
Основная грань коронки	42°	38°
Верхний клин коронки	$42^\circ - 15^\circ = 27^\circ$	$38^\circ - 16^\circ = 22^\circ$
Нижний клин коронки	$42^\circ + 7^\circ = 49^\circ$	$38^\circ + 8^\circ = 46^\circ$
Основная грань павильона	43°	41°
Верхний клин павильона	$43^\circ + 3^\circ = 46^\circ$	$41^\circ + 2^\circ = 43^\circ$

Примечание:

Углы наклона верхних и нижних клиньев зависят от ширины площадки.

Ширина площадки..... увеличивается.

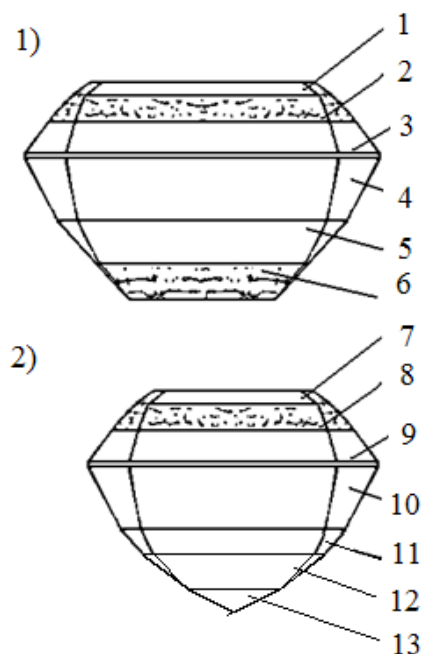
Угол наклона верхних клиньев..... уменьшается.

Угол наклона нижних клиньевувеличивается.

2. Ступенчатая огранка

Таблица

	Грани	Кварцевая группа	Корундовая группа.
1) Ступени по 10°			
1	Верхний пояс коронки	32	28
2	Основная грань коронки	42	38
3	Нижний пояс коронки	52	48
4	Верхний пояс павильона	63	61
5	Средний пояс павильона	53	51
6	Основная грань павильона	43	41
2) Ступени по 5°			
7	Грань коронки 3	30	26
8	Грань коронки 2	35	31
9	Грань коронки 1	40	36
10	Грань павильона 1	55	53
11	Грань павильона 2	50	48
12	Грань павильона 3	45	43
13	Грань павильона 4	40	38



Таблица

Углы наклона граней ("идеальные углы")

Камни	Твёрдость	Показатель преломления	Коронка			Павильон	
			Основная грань	Верхний клин	Нижний клин	Основная грань	Верхний клин
Актинолит	5-6	1,610-1,640	40	25	45-49	42	44-45
Янтарь	2-2,5	1,540	42	27	47-51	43	45-46
Анатаз	5,5-6	2,493-2,554	35	22	40-44	41	43
Андалузит	7-7,5	1,634-1,643	40	25	45-49	42	44-45
Апатит	5	1,642-1,646	40	25	45-49	42	44-45
Апофиллит	4,5-5	1,535-1,537	42	27	47-51	43	45-46
Аксинит	6,5-7	1,678-1,688	39	24	44-48	42	44-45
Азурит	3,5-4	1,73-1,84	38	23	43-47	41	43-44
Бенитоит	6-6,5	1,757-1,804	37	22	42-46	41	43-44
Берилл	7,5-8	1,577-1,583	42	27	47-51	43	45-46
Бериллонит	5,5-6	1,552-1,562	42	27	47-51	43	43-44-45
Бразилианит	5,5	1,602-1,621	41	26	46-50	42	43-44
Кальцит	3	1,486-1,658	43	28	43-52	43	43-44
Касситорит	6-7	1,997-2,093	36	21	41-45	41	43
Целестин	3-3,5	1,622-1,631	40	25	45-49	42	44-45
Хризоберилл	8	1,746-1,755	38	23	43-47	41	43-44
Корунд	9	1,762-1,770	38	23	43-47	41	43-44
Крокоит	2,5-3	2,310-2,660	35	20	40-44	41	43
Данбурит	7	1,630-1,636	40	25	45-49	42	44-45
Датолит	5-5,5	1,626-1,670	40	25	45-49	42	44-45

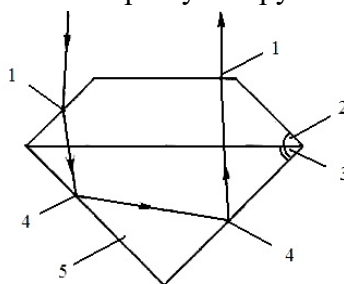
Алмаз	10	2,417	35	22	40-44	41	43
Диопсид	5-6	1,675-1,701	39	24	44-48	42	44-45
Диоптаз	5	1,655-1,708	39	24	44-48	42	44-45
Энстатит	5,5	1,658-1,668	39	24	44-48	42	44-45
Эпидот	6-7	1,729-1,768	38	23	43-47	41	43-44
Эвклаз	7,5	1,654-1,673	39	24	44-48	42	44-45
Полевой шпат	5-7	1,518-1,588	42	27	47-51	43	45-46
Фибролит	7,5	1,658-1,677	39	24	44-48	42	44-45
Флюорит	4	1,434	44	29	49-53	45	47-48
Гранат:							
Альмандин	7,5	1786	37	22	42-46	41	43-44
Андрадит	6,5-7	1,875	38	22	42-46	41	43-44
Гроссуляр	7	1,735	38	23	43-47	41	43-44
Пироп	7-7,5	1,746	38	23	43-47	41	43-44
Родолит	7-7,5	1,760	37	23	43-47	41	43-44
Спессартин	7-7,5	1,794	37	22	42-46	41	43-44
Уваровит	7,5	1,870	43	22	42-46	41	43-44
Стекло	5-6	1,48-1,70	42	28	48-52	44	46-47
Гамбергит	7,5	1,553-1,629	38	27	47-51	43	45-46
Везувиан	5,5-6,5	1,713-1,718	42	23	43-47	41	43-44
Иолит	7-7,5	1,542-1,551	40	27	47-51	43	45-46
Нефрит	6-7	1,606-1,667	39	25	43-47	42	44-45
Корнерупин	6	1,667-1,680	38	24	44-48	42	44-45
Кианит	4-7	1,716-1,731	40	23	43-47	42	44-45
Лазулит	5-6	1,612-1,643	43	25	45-49	42	44-45
Обсидиан	5-5,5	1,500	44	28	43-52	44	46-47
Опал	5-6,5	1,45	39	29	49-53	45	47-48
Перидот	6,5-7	1,654-1,690	40	24	44-48	42	44-45
Фенакит	7,5-8	1,654-1,670	42	24	44-48	42	44-45
Пренит	6-6,5	1,615-1,646	40	25	45-49	42	44-45
Кварц	7	1,544-1,553	38	27	47-51	43	45-46
Родохрозит	3,5-4,5	1,597-1,817	34	25	45-49	42	44-45
Родонит	5,5-6,5	1,73-1,74	42	23	43-47	41	43-44
Рутил	6-6,5	2,616-2,903	39	19	39-43	41	43-44
Скаполит	6-6,5	1,55-1,572	43	27	47-51	43	45-46
Сингалит	6-7	1,668-1,707	39	24	44-48	42	46-47
Содалит	5-6	1,483	43	28	43-52	44	46-47
Сфалерит	3,5-4	2,37	35	20	40-44	41	43
Сфен	5-5,5	1,900-2,034	36	21	41-45	41	43
Шпинель	8	1,718	38	23	43-47	41	43-44
Сподумен	6-7	1,661-1,676	39	24	44-48	42	44-45
Топаз	8	1,619-1,627	40	25	45-49	42	44-45
Турмалин	7-7,5	1,624-1,644	40	25	45-49	42	44-45
Виллемит	5,5	1,69-1,72	39	24	44-48	42	44-45
Циркон с низкой твёрдостью	6,5	1,810-1,815	37	22	42-46	41	43-44

Циркон с высокой твердостью	7,5	1,925-1,984	36	21	41-45	41	43-44
Синтетические камни							
Александрит	8,5	1,747-1,756	38	23	43-47	41	43-44
Корунд	9	1,762-1,770	38	23	43-47	41	43-44
Кубическая циркония	7,5-8,5	2,150-2,180	35	20	40-44	41	43
Изумруд, Чатам	7,5-8	1,560-1,563	42	27	47-51	43	45-46
Гильсон	7,5-8	1,560-1,563	42	27	47-51	43	45-46
Регент	7,5-8	1,568-1,573	42	27	47-51	43	45-46
Гадолиново-галлиевый гранат	6,5-7	2,02	36	21	41-45	41	43
Литиониобат	5,5	2,210-2,300	35	20	40-44	41	43
Литиотанталат	5,5-6	2,22	35	20	40-44	41	43
Опал, Гильсон	5,5-6,5	1,44-1,45	44	29	49-53	45	47-48
Кварц	7	1,544-1,553	42	27	47-51	43	45-46
Шпинель	8	1,726	38	23	43-47	41	43-44
Стронтиотитанат	5-6	2,409	35	20	40-44	41	43
Иттро-алюминиевый гранат	8-8,5	1,833	37	22	42-46	41	43-44
Иттро-алюминат	8	1,938-1,955	36	21	41-45	41	43-44

Берилл: аквамарин, изумруд, гошенит, гелиодор, морганит, желтый берилл
Хризоберилл: александрит, "кошачий глаз", хризоберилл Корунд: рубин, сапфир Жад: хлоромеланит, жадеит, нефрит Кварц: аметист, сапфировый кварц, цитрин, зеленый кварц, горный хрусталь, розовый кварц, дымчатый кварц Сподумен: гидденит, кунцит, сподумен.

УГЛЫ ГРАНЕНИЯ И ПРОПОРЦИИ

Наилучший блеск граненных камней обеспечивается гранением их в стройную пропорцию под Правильными углами с последующей тщательной отделкой поверхности. Грани низа камня, граненного под строго определенными углами, служа как бы внутренним зеркалом, отражают почти, полностью падающие на камень лучи света и придают камню значительный блеск и хорошую игру.



1 – Лучи света преломляются, 2 – Угол наклона грани коронки, 3 – Угол наклона грани павильона, 4 – Лучи света полностью отражаются, 5 – Камень.

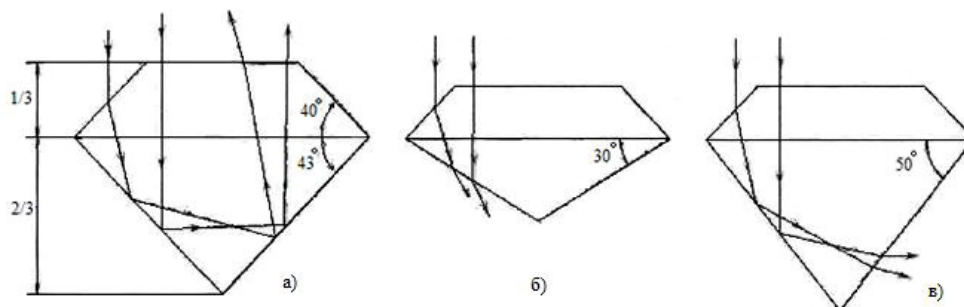


Рис. 9 Пропорции и углы на примере кварца.

а) идеальная огранка, б) слишком неглубоко, в) слишком глубоко

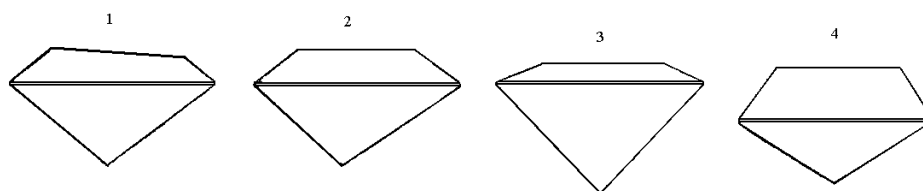
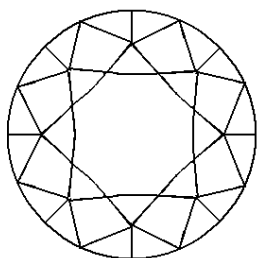
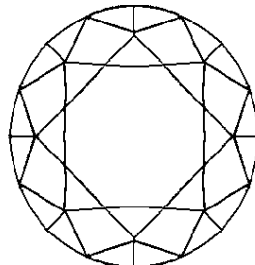


Рис.10 Неправильные пропорции огранки.

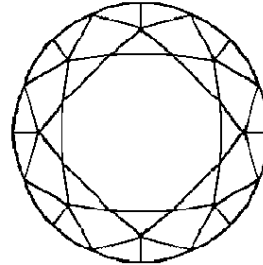
1 – Наклонная площадка, 2 – смещенный центр, 3 – тонкая коронка с глубоким павильоном, 4 – толстая коронка с неглубоким павильоном.



Площадка 48%



Площадка 58%



Площадка 65%

ИЗУМРУДНАЯ ОГРАНКА кварцевой группы

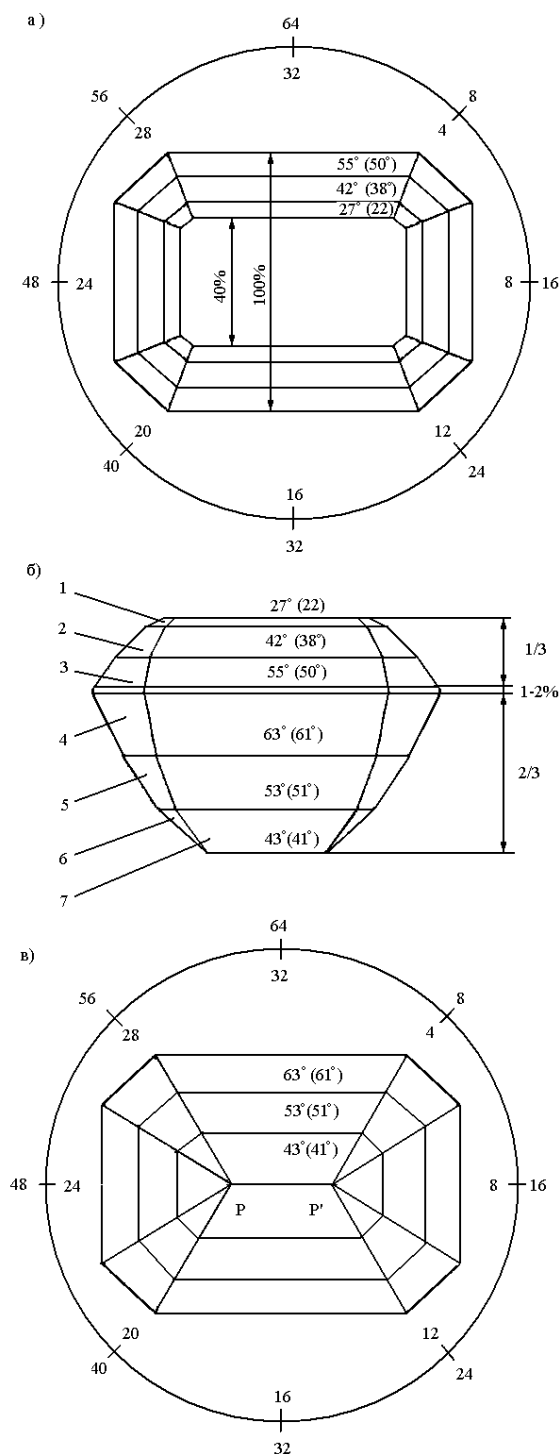


Рис. 11 Изумрудная огранка кварцевой группы (в скобках – для корундовой группы)

а) – коронка; б) – вид сбоку, 1 – верхний пояс коронки, 2 – основная грань коронки, 3 – нижний пояс коронки, 4 – верхний пояс павильона, 5 – средний пояс павильона, 6 – Основная угловая грань павильона, 7 – основная грань павильона; в) – павильон.

Очередность гранения коронки

1 . Очередность гранения

а) Рундист под углом 90° в делениях 64-32 16-48 8-24-40-56

б) Площадка под углом 0° в делении 64 или 32

в) Основные грани коронки под углом 42° в делениях 64-32 16-48

8-24-40-56 для угловых граней

г) Верхние пояса коронки под углом 27° в делениях 64-32, 16-48

8-24-40-56 для угловых граней

д) Нижние пояса коронки под углом 55° в делениях 64-32 16-48

8-24-40-56 для угловых граней.

2. Очередность полировки

а) Площадка

б) Верхние пояса коронки

в) Основные грани коронки

г) Нижние пояса коронки

Переклеивание камня на другой кич.

Очередность гранения павильона.

1. Очередность гранения

а) Верхние пояса павильона под углом 63° в делениях 64-32 16-48 8-24-40-56 для угловых граней.

При этом проверить на параллельность верхних поясов павильона с рундистом. В противном случае требуется поправка,

б) Средние пояса павильона под углом 53° в делениях 64-32 16-48 8-24-40-56 для угловых граней.

в) Основные грани павильона под углом 43° в делениях 64-32 16-48 8-24-40-56 для угловых граней. Углы гранения основных угловых граней павильона должны быть выбраны так, чтобы их кромки сошлись в точках Р и Р'

2. Очередность полировки

а) Основные грани павильона

б) Средние пояса павильона

в) Верхние пояса павильона

Отделка рундиста.

Отделка производится тем же способом, что для стандартной бриллиантовой огранки.

БРИЛЛИАНТОВАЯ ОВАЛЬНАЯ ОГРАНКА

кварцевой труппы (корундовой группы)

(Цифры в скобках даны для корундовой группы).

Нижеприведенные углы гранения рассчитаны на эллипсовидную форму, имеющую соотношение между большой и малой осями, равное 4:3

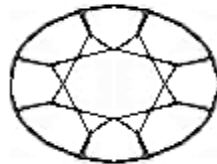
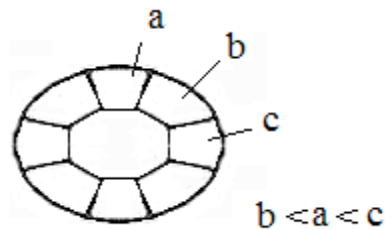
Очередность гранения коронки

1. Очередность гранения

- а) Рундист под углом 90°
- б) Площадка под углом 0°
- в) Основные грани

Деление

43°	$(38,5^\circ)$:	64-32
$41,5^\circ$	$(37,5^\circ)$:	6-26-38-56
35°	(31°) :	16-48



- г) Верхние клинья коронки

28°	(23°) :	3-61-29-35
$23,5^\circ$	$(18,5^\circ)$:	11-21-43-53

- д) Нижние клинья коронки

$48^\circ \pm$	$(42^\circ \pm)$:	2-62-30-34
$47,5^\circ \pm$	$(41,7^\circ \pm)$:	4-28-36-60
$45,5^\circ \pm$	$(40^\circ \pm)$:	8-24-40-56
$41^\circ \pm$	$(35,8^\circ \pm)$:	13-19-45-51

2. Очередность полировки

Площадка — Верхние клинья коронки — Основные грани коронки — Нижние клинья коронки

Переклеивание камня на другой кич

Очередность гранения павильона

1. Очередность гранения

- а) Основные грани павильона

44°	(42°) :	64-32
$42,5^\circ$	(41°) :	6-26-38-58
36°	$(34,5^\circ)$:	16-48

- б) Верхние клинья павильона

$45,5^\circ$	$(43,5^\circ)$:	2-62-30-34
45°	$(43,2^\circ)$:	4-28-36-60
43°	$(41,5^\circ)$:	8-24-40-56
$38,5^\circ$	$(37,3^\circ)$:	13-19-45-51

2. Очередность полировки

Основные грани павильона — Верхние клинья павильона

Отделка рундиста

БРИЛЛИАНТОВАЯ ОВАЛЬНАЯ ОГРАНКА С ПОМОЩЬЮ ГРАНИЛЬНОГО УСТРОЙСТВА ТИПА С

Гранильное устройство типа С фирмы Имахаси позволяет легко произвести огранки овальную, маркиза и пенделок при помощи сменных кулачков.

От существующей технологии гранильное устройство типа С отличается следующими:

- 1) Придание камням, предварительной формы, включая гранение рундиста, можно произвести на этом же устройстве, не пользуясь иным оборудованием;
- 2) Угол гранения автоматически изменяется под действием кулачков;
- 3) Гранение площадки можно осуществлять, не применяя кича с изгибом под углом 45°

Наиболее сложной проблемой при огранке овальной, марки за и пенделок на ранее принятых гранильных устройствах являлось определение углов наклона почти всех граней. Огранку камней в эти формы раньше пришлось производить наугад, что требовало нескольких месяцев, а иногда даже лет для освоения мастерства огранки.

Для управления предлагаемым гранильным устройством типа С не нужны никакие тренировки и работы наугад. Кулачок позволяет начинающим мастерам после кратковременной практики сравнительно легко гранить камни в сложные формы с любыми размерами и пропорциями.

1. Центровка

Кулачок-овал надевают на задний конец шпинделя гранильного устройства так, чтобы большая ось кулачка находилась на одной прямой с зубом деления 64. Кич с наклеенным на него предварительно обработанным камнем вставляют в цанговый зажим. Выверяют камень на соосность его большой оси с зубом деления 64.

Для выверки на соосность устанавливают шкалу нижнего кулачкового следящего элемента на 10.

Рис. 13 Центровка.

1 – делительное зубчатое колесо, 2 – кулачок, 3 – нижний кулачковый следящий элемент, 4 – камень, 5 – большая ось, 6 – собачка, 7 – гаечный ключ, 8 – ключ для деталей с шестигранным углублением под ключ.

Поддерживая нижний кулачковый следящий элемент в контакте с кулачком, поворачивают делительное зубчатое колесо в последовательности 8, 24, 40 и 56. При этом показания квадранта-угломера должны быть одной и той же величиной. В противном случае необходимо произвести регулировку положения кулачка поворачиванием вправо или влево до тех пор, пока квадрат-угломер не даст одного и того же показания в делениях 8, 24, 40 и 56. На этом кончается операция по центровке.

2. Гранение рундиста

Для предварительной обработки, гранения и полировки рундиста применяется верхний кулачковый следящий элемент. Установка верхнего кулачкового следящего элемента в правильное положение производится следующим образом: Измеряют длину большой и малой осей гранимого камня в мм, а затем — расстояние d , показанное на рисунке.

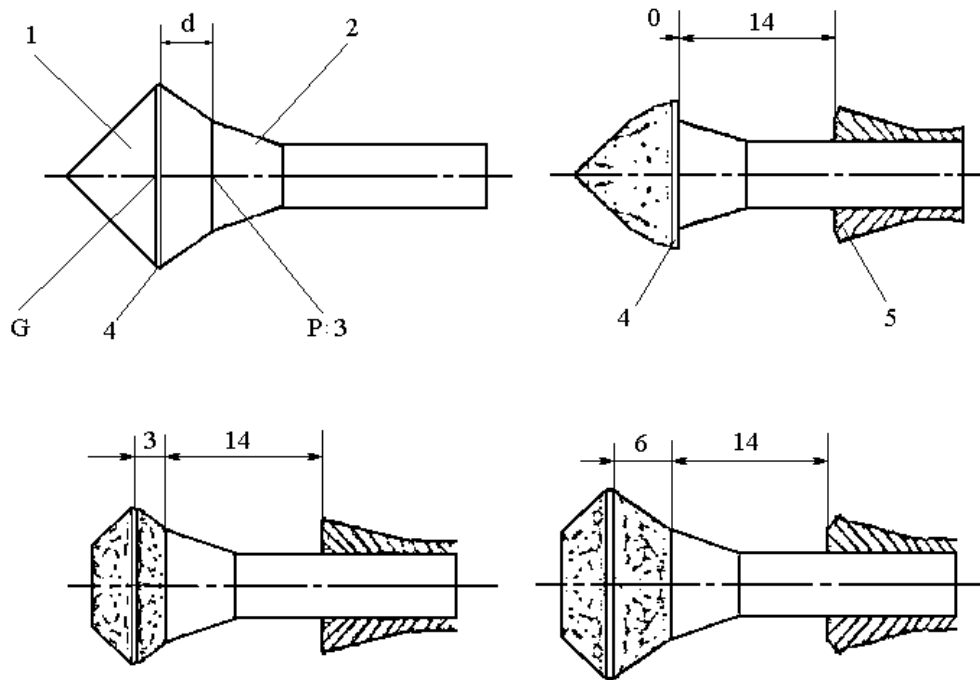


Рис. 14 Гранение рундиста.

1 – камень, 2 – кич, 3 – край кича, 4 – рундист, 5 – цанговый зажим.

По этим полученным величинам находят на диаграмме соответствующее значение шкалы верхнего кулачкового следящего элемента. Промежуточные величины, такие, как 1,5 или 2,7 мм, следует интерполировать.

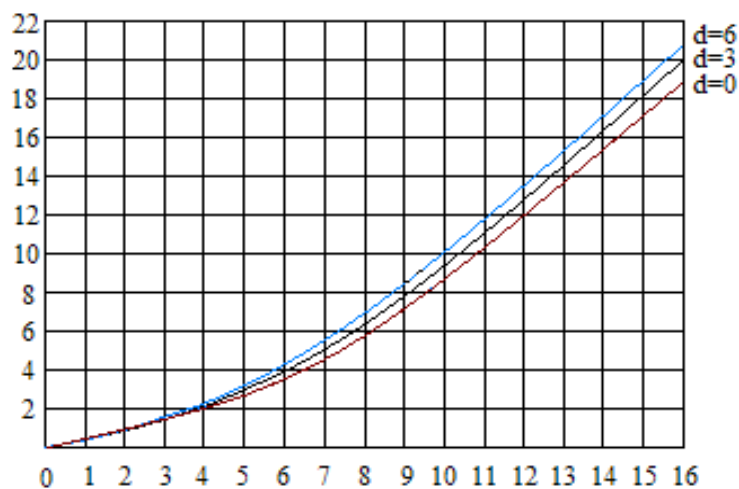


Рис. 15 Диаграмма

По горизонтали – значение шкалы на верхнем кулачковом следящем элементе, по вертикали – разность между большой и малой осями, мм.

Так, например, в случае огранки камня в овальную форму с большой и малой осями, равными 18 и 13 мм соответственно, разность между ними равна 5 мм, а расстояние d берем в 3 мм. По этим величинам на диаграмме находят соответствующее значение шкалы на верхнем кулачковом следящем элементе, равное 6,6. Шкалу на следящем элементе устанавливают на 6,6, при этом камень гранится с рундистом размером 135 x 18 мм.

Нужно помнить, что найденное на диаграмме значение шкалы на следящем элементе является самым близким к правильной уставке, но все же только приблизительной величиной. Это диктует необходимость позже производить тонкую регулировку.

Шкалу верхнего кулачкового следящего элемента устанавливают на полученную величину. Делительное зубчатое колесо устанавливают на деления 8, 24, 40 и 56. В любом из этих делений угол гранения должен быть установлен на 90° при контакте верхнего кулачкового следящего элемента с кулачком. Поворачивая накатанный подъемник собачки, выводят собачку из зацепления так, чтобы свободно вращались зажимное приспособление камня, шпиндель гранильного устройства, делительное зубчатое колесо и кулачок.

Гранильное устройство устанавливают на стол и гранят рундист, поворачивая шпиндель гранильного устройства пальцами за конец кулачка. При этом верхний кулачковый следящий элемент должен быть в контакте с кулачком, как показано на рисунке.

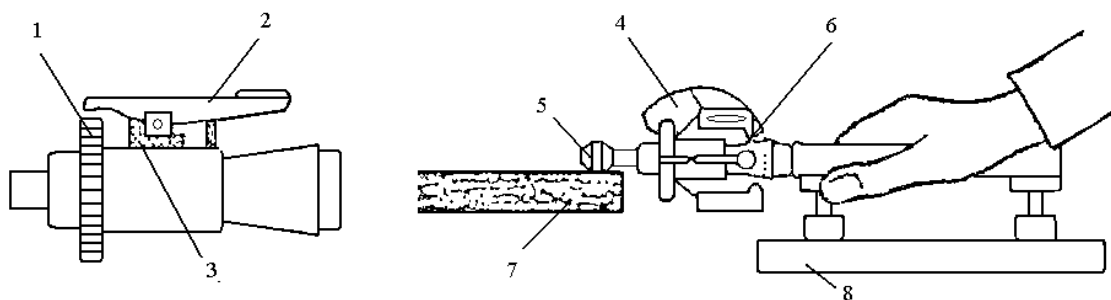


Рис. 16 Огранка рундиста.

1 – делительное зубчатое колесо, 2 – собачка, 3 – подъёмник собачки, 4 – верхний следящий элемент, 5 – камень, 6 – контакт, 7 – планшайба, 8 – стол для гранильного устройства.

3. Гранение площадки.

Установить шкалу верхнего кулачкового следящего элемента на 0° .

Деления: 64, 32

Угол гранения: 0°

Поворачивая 3 болта ножки, выставляют гранильное устройство на горизонтальность так, чтобы шпиндель гранильного устройства был перпендикулярен к поверхности планшайбы.

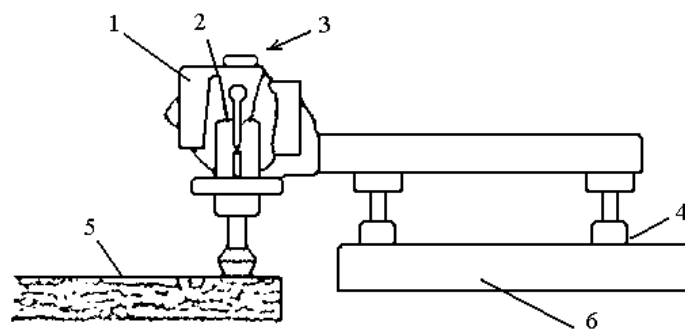


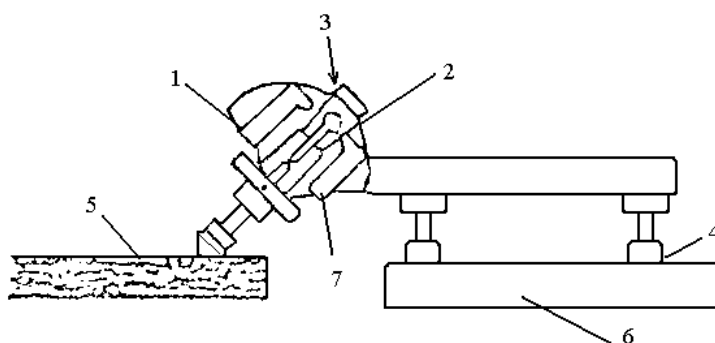
Рис. 17 Гранение площадки

1 – верхний кулачковый следящий элемент, 2 – контакт, 3 – нажать пальцем, 4 – болт ножки, 5 – планшайба, 6 – стол гранильного устройства.

При черновой обработке применяют абразивный материал с зернистостью 120—600, а при чистовой обработке — 800—1500.

Рекомендуемая ширина площадки равна 60% от ширины рундиста. Для обеспечения постоянного контакта кулачка с верхним кулачковым следящим элементом удерживают пальцами шпиндель гранильного устройства.

4. Гранение основных граней коронки



1 – верхний кулачковый следящий элемент, 2 – контакт, 3 – нажать пальцем, 4 – болт ножки, 5 – планшайба, 6 – стол гранильного устройства, 7 – нижний кулачковый следящий элемент.

Рис. 18 Гранение основных граней коронки.

В отличие от стандартной бриллиантовой огранки прилегающие грани у камней овальной формы имеют различные углы наклона между собой, что представляет большую трудность в определении идеальных углов гранения. Однако при использовании кулачка и нижнего кулачкового следящего элемента установка углов гранения осуществляется автоматически.

Для получения уставки шкалы нижнего кулачкового следящего элемента определяют угол наклона основных граней гранимого камня.

По таблице 7 "Углы наклона граней" на стр. 21 углы гранения кварца в форме стандартной бриллиантовой огранки таковы:

Угол наклона основных граней коронки равен 42°, а основных граней павильона — 43°. Под этими углами, как правило, гранят основные грани по малой оси у камней овальной формы.

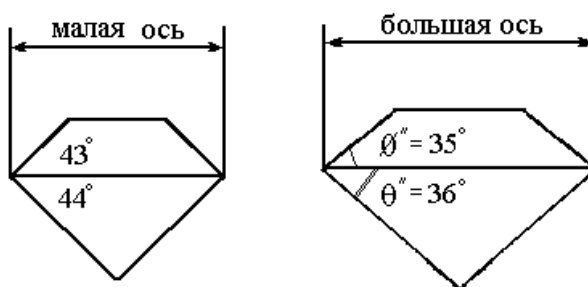
Для придания камням повышенного блеска принимается следующая модификация.

Углы наклона основных граней коронки в делениях 64 и 32.....43°

Углы наклона основных граней павильона в делениях 64 и 32.....44°

В соответствии с этим углы наклона основных граней коронки в делениях 6, 26, 38 и 58 под действием кулачка устанавливаются на 41,5°, а углы наклона основных граней павильона в делениях 6, 26, 38 и 58 - на 42,5°. Данная модификация обеспечивает повышенный "эффект "игры" бриллианта, создаваемый этими 8 смежными основными гранями коронки и павильона.

Для обеспечения, схождения основных граней павильона в делениях 64 и 16 в одной точке определяют угол наклона основных граней павильона в делении 16 следующим образом:



$$\tan \theta'' = \frac{3}{4} \tan 44^\circ = 0.7243, \text{ исходя из этого, } \theta \text{ равен около } 36^\circ \rightarrow 44^\circ - 36^\circ = 8^\circ$$

При этом углы основных граней коронки в делениях 64 и 16 равны 43° и 35° соответственно. О подробностях см. стр. 44.

Таблица

А	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Б	3,5	5,5	7,3	9,0	10,6	12,2	13,6	14,8	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0	20,8

А – Разность в угле гранения между гранями в делениях 64 и 16, град.

Б – Значение шкалы на нижнем кулачковом следящем элементе.

В таблице находят величину 14,8, соответствующую величине разности 8°.

Устанавливают шкалу на нижнем кулачковом следящем элементе на 14,8, вводят собачку в зацепление с зубом деления 64, а затем устанавливают указатель на 43°, поддерживая нижний кулачковый следящий элемент в контакте с кулачком. При переводе собачки на зуб деления 16 угол гранения устанавливается на 35°. При наличии незначительной поправки угла гранения производят путем перестановки нижнего кулачкового следящего элемента. Раз произведена правильная установка, в любом делении автоматически устанавливаются оптимальные углы гранения. Не допускается изменить положение нижнего кулачкового следящего элемента до тех пор, пока не будут закончены обработка всех граней и полировка.

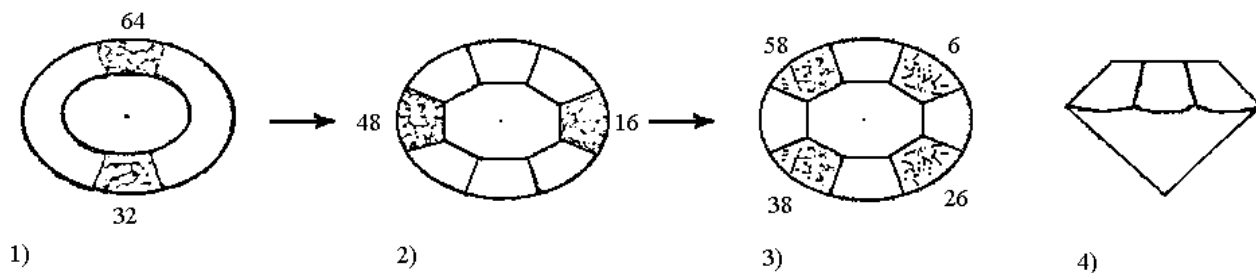


Рис. 19 Последовательность гранения основных граней коронки.

1) – угол гранения 43° , 2) – угол гранения 35° , 3) – угол гранения $41,5^\circ$, 4) – Линия рундиста должна быть прямой.

5. Гранение верхних клиньев коронки

Под действием кулачка автоматически устанавливаются углы гранения в делении 3 на 28° , а в делении 11 — на $23,5^\circ$.

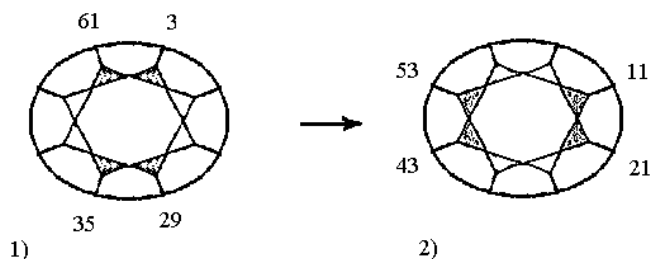


Рис.20 Гранение верхних клиньев коронки.

1) – угол гранения 28° , 2) – угол гранения $23,5^\circ$

6. Гранение нижних клиньев коронки

4 грани в делениях 2, 30, 54, 62 под углом 48°

4 грани в делениях 4, 28, 36, 60 под углом $47,5^\circ$

4 грани в делениях 8, 24, 40, 56 под углом $45,5^\circ$

4 грани в делениях 13, 19, 45, 51 под углом 41°

Углы гранения зависят от размера площадки. Все углы гранения автоматически устанавливаются под действием кулачка.

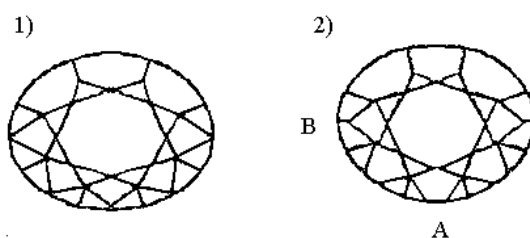


Рис.21 Пример правильной и неправильной огранки нижних клиньев коронки.

1) – правильно: смежные грани сходятся в одной точке на линии рундиста; 2) – неправильно: А – слишком малый угол гранения, В- слишком большой угол гранения или чрезмерное гранение.

7. Полировка площадки, верхних и нижних клиньев и основных граней коронки

Полировка производится в тех же условиях, что, при гранении, а именно по способу, углам гранения и делениям.

Очередность полировки такова:

Коронка: Площадка - Верхние клинья — Основные грани - Нижние клинья

Павильон: Основные грани — Верхние клинья

Примечание:

Полировку производят при меньшей скорости вращения планшайбы. Применение чрезмерно большого количества полирующего порошка неэффективно по экономическому соображению к качеству отделки поверхности.

8. Переклеивание камня на другой кич

Переклеивание камня на другой кич производят на специальной оправке (см. стр. 18)

9. Гранение основных граней и верхних клиньев павильона

На шпиндель гранильного устройства устанавливают новый кич с переклеенным камнем. Выверяют на соосность. Вводят собачку в зацепление с зубом деления 64 и устанавливают угол гранения на 44° , поддерживая нижний кулачковый следящий элемент в контакте с кулачком. Все остальные углы гранения автоматически устанавливаются посредством запатентованного кулачка. При установке угла гранения в делении 2 на $45,5^\circ$ автоматически устанавливаются углы гранения остальных верхних клиньев павильона.

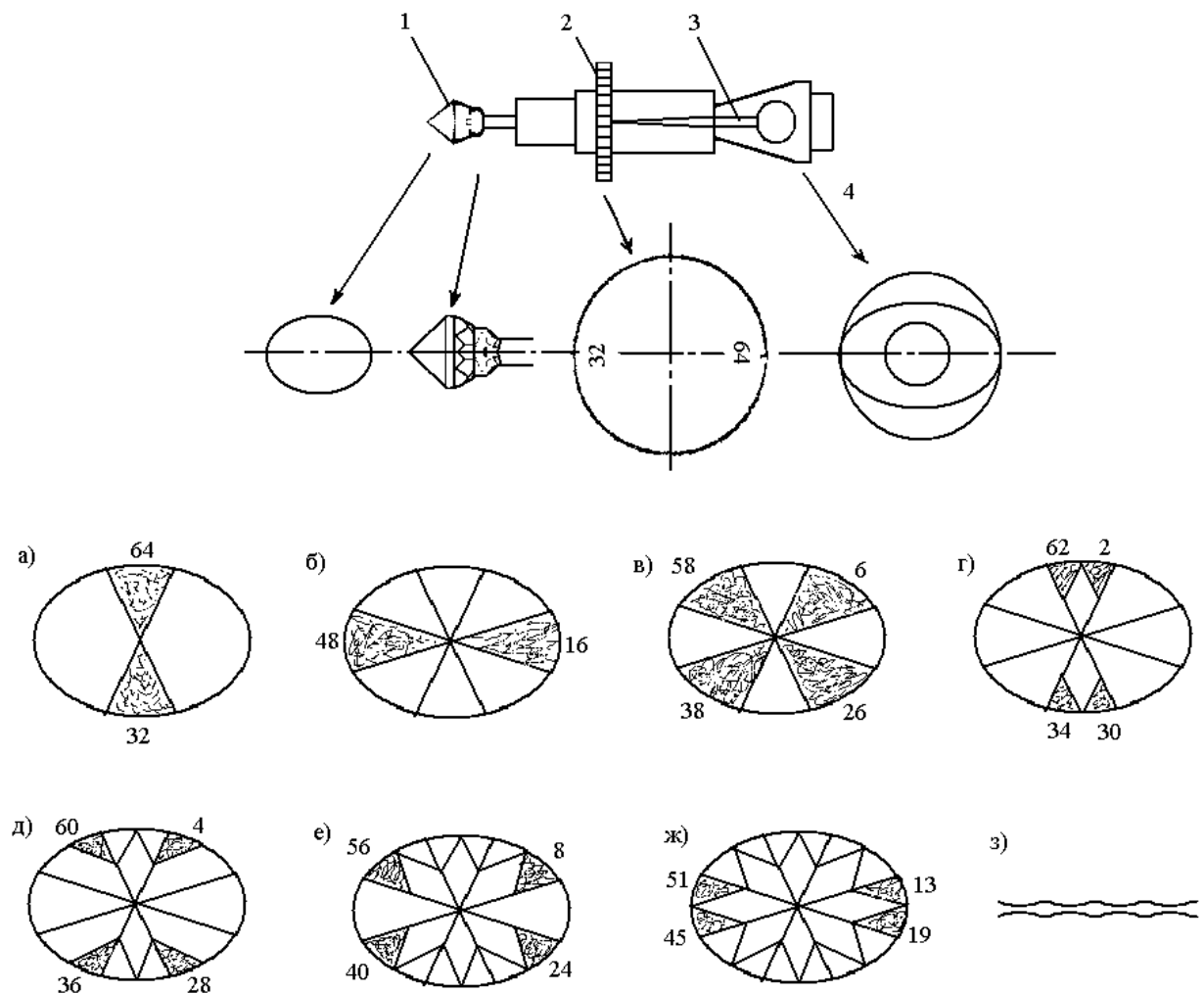


Рис. 22. Последовательность гранения павильона бриллиантовой овальной огранки.

1 – камень, 2 – делительное зубчатое колесо, 3 – собачка, 4 – кулачок; а)- угол гранения 44° , б) - угол гранения 36° , в) - угол гранения $42,5^\circ$, г) - угол гранения $45,5^\circ$, д) - угол гранения 45° , е) - угол гранения 43° , ж) - угол гранения $38,5^\circ$, з) – линия рундиста должна быть прямой.

10. Полировка граней павильона

Полировка производится в тех же условиях, что при гранении, а именно по способу, очередности, углам гранения и делениям.

11. Полировка рундиста

Полировка рундиста производится тем же способом, что при его гранении; Поддерживая верхний кулачковый следящий элемент, в контакте с кулачком, медленно опускают камень на полировальную планшайбу и, вращая камень, осуществляют полировку рундиста. Вариантным и ускоренным способом полировки рундиста является снятие наклеенного камня со шпинделя с последующей полировкой вручную.

УСТАНОВКА ВЕРХНЕГО И НИЖНЕГО КУЛАЧКОВЫХ СЛЕДЯЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ БРИЛЛИАНТОВОЙ ОВАЛЬНОЙ ОГРАНКИ.

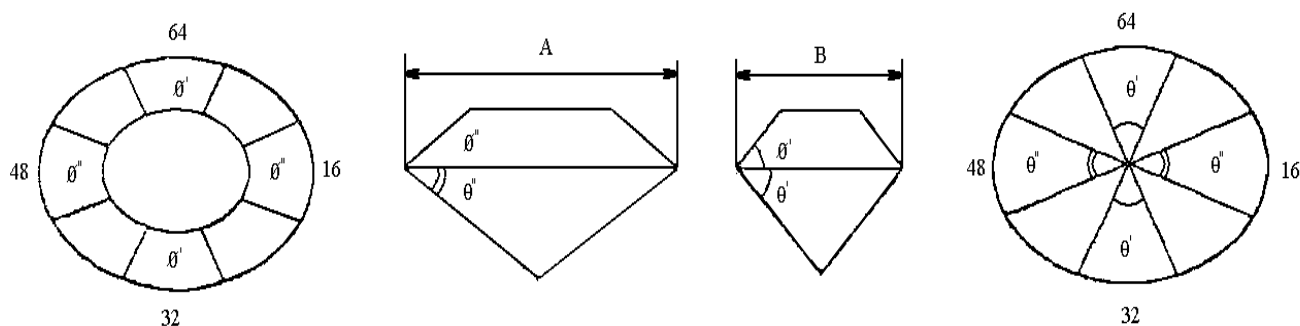


Рис. 23 Установка верхнего и нижнего кулачковых следящих элементов для
бриллиантовой овальной огранки.

$$\theta' = \theta + d$$

θ : Угол наклона основных граней коронки для стандартной бриллиантовой огранки *

d : Компенсационная величина для придания повышенного блеска . Рекомендуемая величина: 0,5 -3°

A: Длина большой оси

B: Длина малой оси

$$\theta' = \theta + d$$

θ : Угол наклона основных граней павильона для стандартной бриллиантовой огранки*

$$\frac{\tan \theta'}{\tan \theta''} = \frac{A}{B}$$

* См. таблицу "Углы наклона граней" на стр. 20—21.

Приблизительные величины для гранения кварцевой группы.

A x B, мм	A/B	A-B	X	Y	d,°	$\theta',^\circ$	$\theta'',^\circ$	$\theta' - \theta'',^\circ$
4x6	1,500	2	3,8	18,6	1,5	44,5	33	11,5
5x8	1,333	2	3,8	14,8	1	44	36	8,0
6x10	1,667	4	5,8	20,8	2	45	31	14,0
6x12	2,000	6	7,5	-	3	46	27,5	18,5
8x10	1,250	2	3,8	12,9	0,5	43,5	37	6,5
8x12	1,500	4	5,8	18,6	1,5	44,5	33	11,5
8x14	1,750	6	7,5	-	2,5	45,5	30	15,5
10x12	1,200	2	3,7	10,6	0,5	43,5	38,5	5,0
10x14	1,400	4	5,8	16,5	1	44	34,5	9,5
10x20	2,000	10	10,3	-	3	46	27,5	18,5
12x14	1,167	2	3,7	9,8	0,5	43,5	39	4,5
12x16	1,333	1	5,7	14,8	1	44	36	8,0
12x20	1,667	8	8,8	20,8	2	45	31	14,0
13x18	1,385	5	6,5	16,0	1	44	35	9,0
15x20	1,333	5	6,5	14,8	1	44	36	8,0
18x25	1,389	7	8	16,0	1	44	35	9,0

X: Значение шкалы на верхнем кулачковом следящем элементе

Y: Значение шкалы на нижнем кулачковом следящем элементе

Примечания:

1) Угол основных граней коронки $\emptyset = 42^\circ$; угол основных граней павильона $\theta = 43^\circ$

2) Обработка граней коронки и павильона производится в одном и том же положении нижнего кулачкового следящего элемента.

ОГРАНКА МАРКИЗА для кварцевой группы

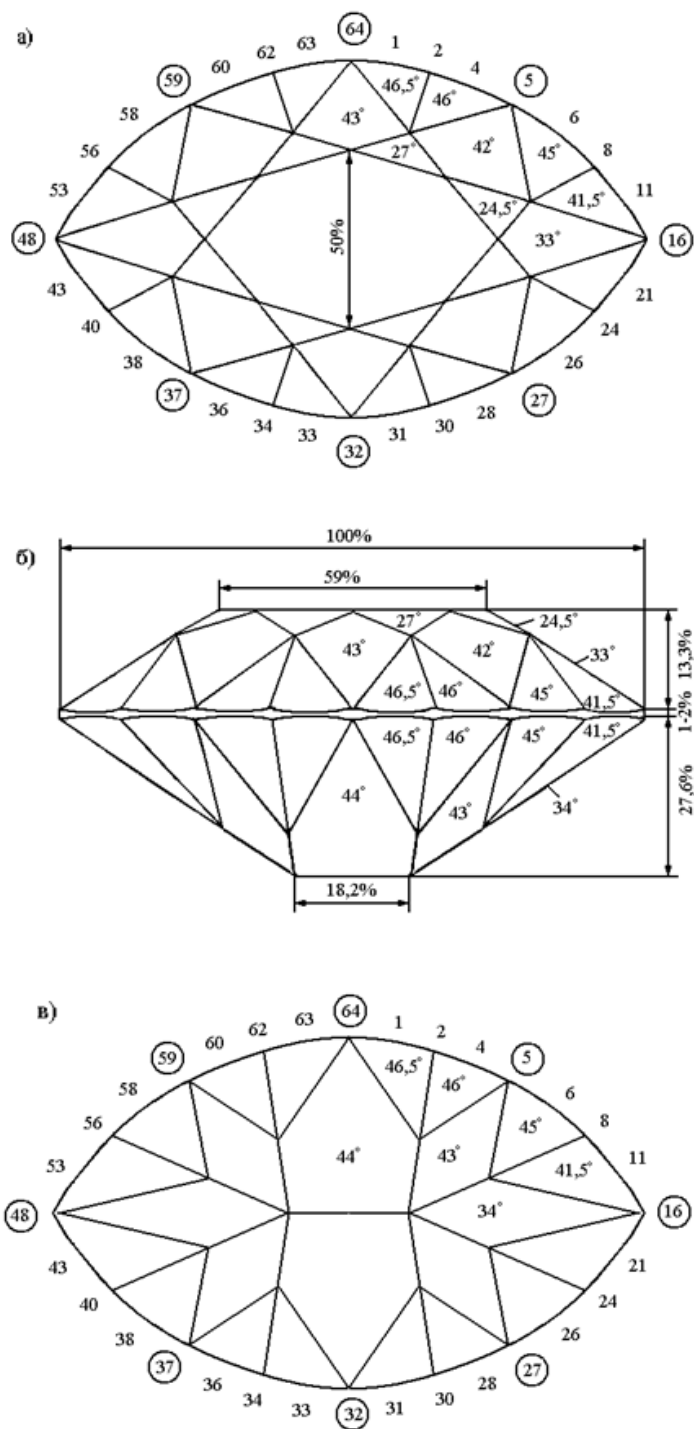


Рис. 24 Огранка маркиза для кварцевой группы.

а) – коронка, б) – вид сбоку, в) – павильон.

$$\frac{A}{B} = \frac{7}{4} = 1,75$$

Очередность гранения коронки

1. Очередность гранения

- а) Рундист
- б) Площадка под углом 0°
- в) Основные грани коронки
 - в делениях 64-32 под углом 43°
 - в делениях 5-27-37-59 под углом 42°
 - в делениях 16-48 под углом 33°
- г) Верхние клинья коронки
 - в делениях 2-62-30-34 под углом 27°
 - в делениях 8-24-40-56 под углом $24,5^\circ$
- д) Нижние клинья коронки
 - в делениях 1-63-31-33 под углом $46,5^\circ \pm$
 - в делениях 4-28-36-60 под углом $46^\circ \pm$.
 - в делениях 6-26-38-58 под углом $45^\circ \pm$
 - в делениях 11-21-43-53 под углом $41,5^\circ \pm$

2. Очередность полировки

Площадка — Верхние клинья - Основные грани — Нижние клинья

Переклеивание камня на другой кич

Очередность гранения павильона

1. Очередность гранения

- а) Основные грани павильона
 - в делениях 64-32 под углом 44°
 - в делениях 5-27-37-59 под углом 43°
 - в делениях 16-48 под углом 34°
- б) Верхние клинья павильона-
 - в делениях 1-63-31-33 под углом $46,5^\circ$
 - в делениях 4-28-36-60 под углом 46°
 - в делениях 6-26-38-58 под углом 45°
 - в делениях 11-21-43-53 под углом $41,5^\circ$

2. Очередность полировки

Основные грани павильона — Верхние клинья павильона

Отделка рундиста

Примечание:

Все углы гранения автоматически устанавливаются под действием кулачка.

ОГРАНКА ПЕНДЕЛОК для кварцевой группы.

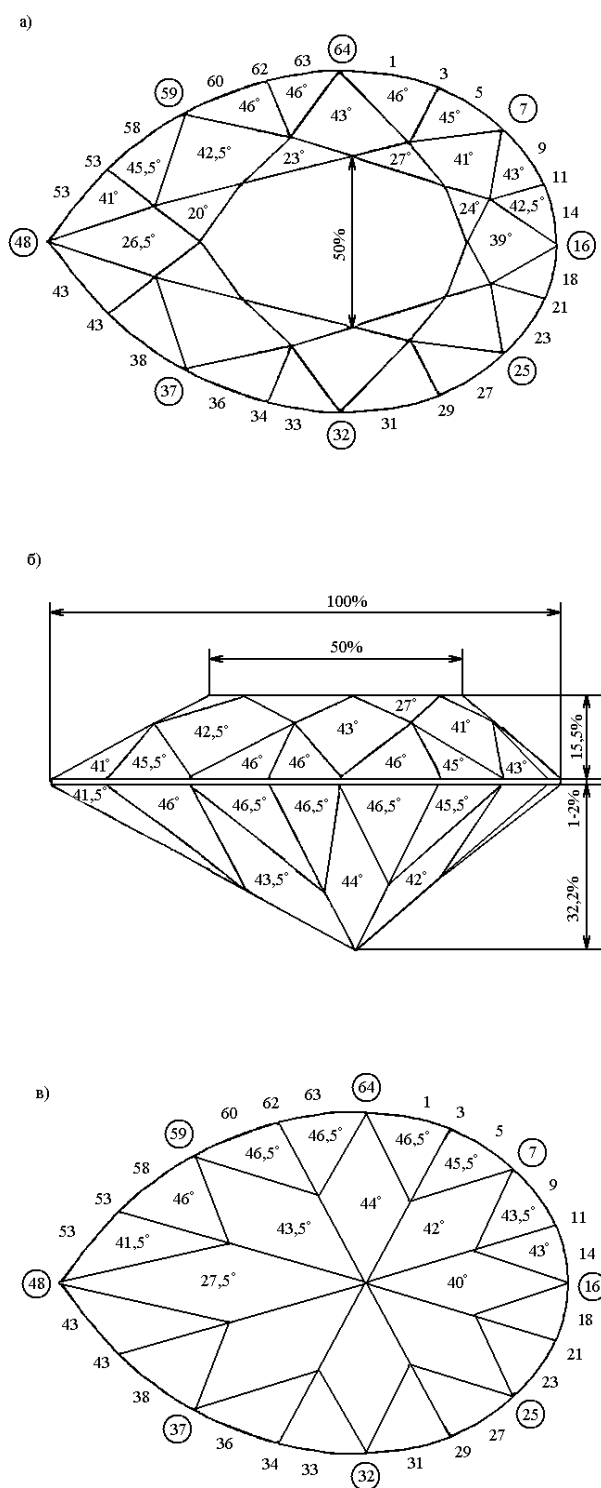


Рис. 25. Огранка пенделок для кварцевой группы.

а) – коронка, б) – вид сбоку, в) – павильон.

$$\frac{A}{B} = \frac{3}{2} = 1,5$$

Очередность гранения коронки

Рис. 26. Кулачок – пенделок.

1 – камень, 2 – кулачок.

1. Очередность гранения

- а) Рундист. Применяют кулачок-пенделок и верхний кулачковый следящий элемент.
- б) Площадка под углом 0° . Повернув кич вокруг его оси на 180° , проверяют на соосность.
- в) Основные грани коронки. Углы гранения устанавливаются автоматически посредством кулачка за исключением угла $26,5^\circ$ в делении 48.
- г) Верхние клинья коронки. Угол 20° в делениях 43 и 53 не устанавливается автоматически.
- д) Нижние клинья коронки. Угол $41^\circ \pm$ в делениях 43 и 53 не устанавливается

2. Очередность полировки

Площадка - Верхние клинья коронки - Основные грани коронки — Нижние клинья коронки

Переклеивание камня на другой кич

Очередность гранения павильона

1 Очередность гранения

- а) Основные грани павильона. Угол $27,5^\circ$ в делении 48 не устанавливается автоматически.
- б) Верхние клинья павильона. Угол $41,5^\circ$ в делениях 43 и 53 не устанавливается автоматически.

2. Очередность полировки

Основные грани павильона - Верхние клинья павильона

Отделка рундиста

ОБЕСПЕЧЕНИЕ СООСНОСТИ ГРАНЕЙ КОРОНКИ И ПАВИЛЬОНА.

После обработки коронки переклеивают камень на другой кич. При этом для обеспечения соосности граней обращают внимание на следующие:

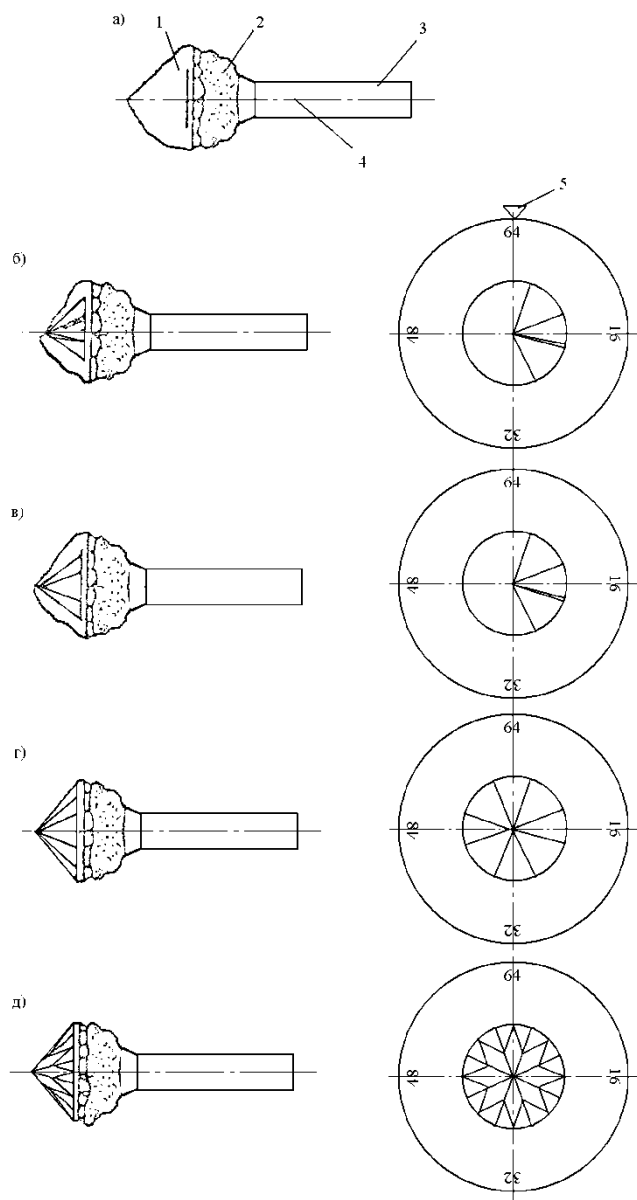


Рис. 27 Обеспечение соосности граней коронки и павильона.

1 – заготовка, 2 – воск, 3 – кич, 4 – ось основной грани коронки «С», 5 – собачка.

а) – Для обеспечения соосности граней основой служит центральная ось основной грани «С»;

б) – Заготовку смонтируют на цанговый зажим (приблизительно соосно). Обрабатывают 3 основные грани. Если не соосно, ослабив цанговый зажим, поворачивают кич с заготовкой.;

в) – Ещё раз гранят 3 основные грани и проверяют на соосность;

г) – Гранят 8 основных граней и проверяют на полную соосность. При неполной соосности производят поправку.;

д) – Гранят 16 верхних клиньев павильона.

При использовании гранильного устройства типа Р или УТ незначительный перекос граней коронки и павильона может быть установлен путём поворачивания лимба червяка.

ОГРАНКА КАБОШОНОМ ПРИ ПОМОЩИ ГРАНИЛЬНОГО УСТРОЙСТВА ТИПА С.

1. Гранят рундист с помощью кулачка и верхнего кулачкового следящего элемента.
2. Изменяя углы гранения примерно по 15° гранят камень в 5 или 6 ступеней тем же способом, что при гранении рундиста.
3. Сняв камень с гранильного устройства, производят отделку вручную.

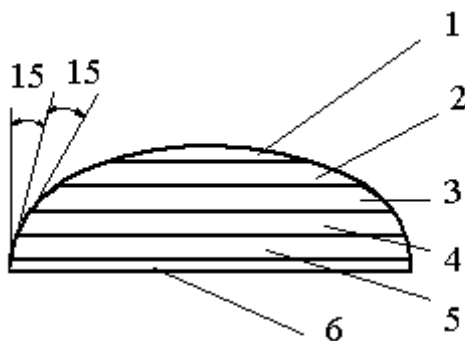


Рис. Огранка кабошоном.

1 -1-я ступень, 2 - 2-я ступень, 3 - 3-я ступень, 4 - 4-я ступень, 5 - 5-я ступень, 6 - рундист.

СПОСОБ РЕМОНТА ШПИНДЕЛЯ ПЛАНШАЙБЫ И ШАРИКОПОДШИПНИКА

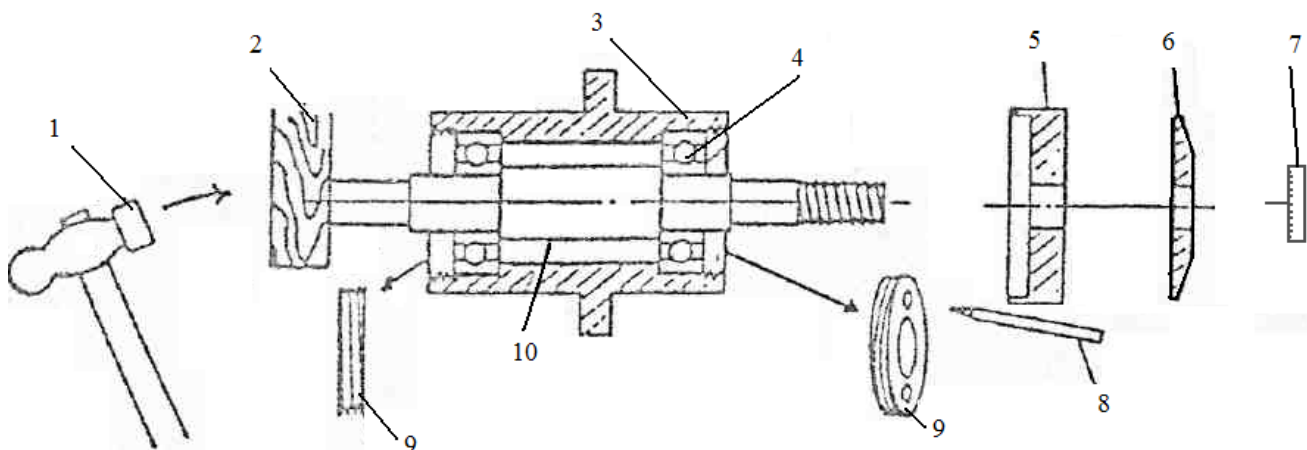


Рис. ремонт шпинделя планшайбы и шарикоподшипника.

1 – молоток, 2 – деревянная шашка, 3 – подшипниковый цилиндр, 4 – шарикоподшипник, 5 – нижний фланец, 6 – верхний фланец, 7 – гайка, 8 – кернер, 9 – уплотнительное кольцо, 10 – вал шпинделя.

С помощью кернера удаляют уплотнительные кольца поворачиванием против часовой стрелки. Накладывают деревянную шашку на конец шпинделя и, постукивая в нее молотком, выталкивают вал шпинделя с подшипникового цилиндра. Все детали легко поддаются удалению и замене новыми.

ОБОРУДОВАНИЕ

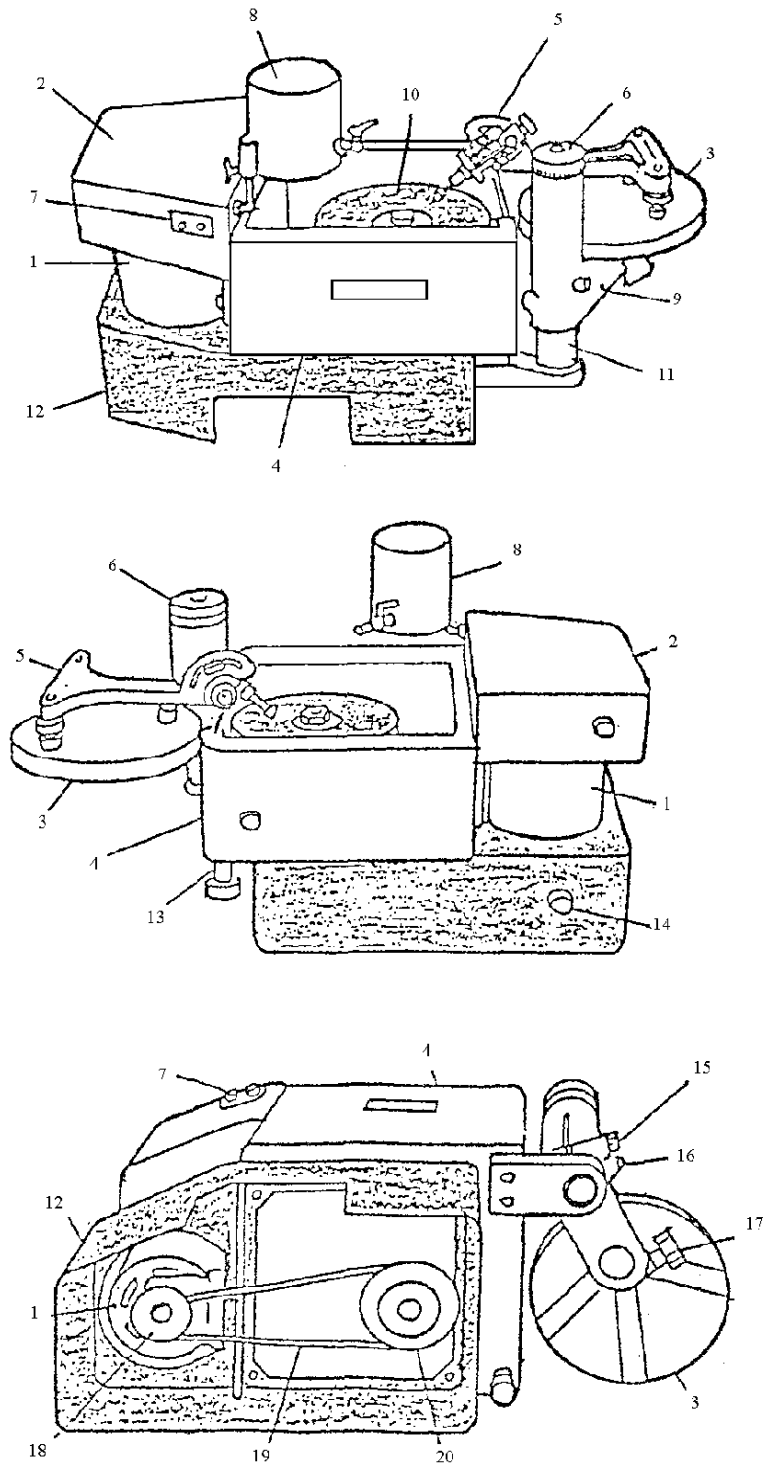


Рис. 1 Конструкция планшайбы в сборе и стола гранильного устройства.

1-Эл. двигатель; 2-Крышка электродвигателя; 3- Стол гранильного устройства; 4- Кожух корпуса; 5- Гранильное устройство; 6- Микрометрическая шкала; 7- Выключатель; 8 – Капельник для подачи СОЖ; 9- Кронштейн для стола гранильного устройства; 10- Планшайба; 11- Стойка для стола гранильного устройства; 12- Нижняя рама; 13- Водосливная трубка; 14- Резиновая подушка; 15- Зажимной болт для кронштейна стола гранильного устройства; 16- Установочный винт; 17- Стопорный болт для стола; 18- Ведущий шкив эл. двигателя; 19- Ремень; 20 – Ведомый шкив шпинделя.

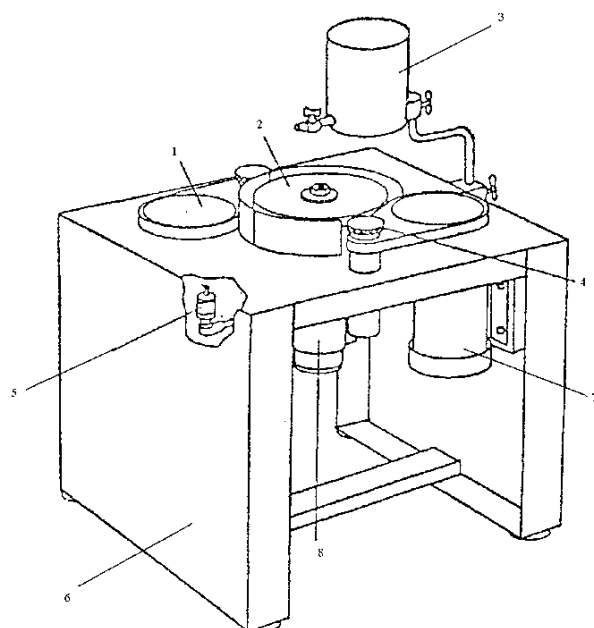


Рис. 2 Модель FAC-10А. Шпиндель с четырёхступенчатым переключением скоростей.

1-Стол гранильного устройства; 2- Планшайба; 3- Капельник для подачи СОЖ; 4-Микрометрическая шкала; 5- Маслёнка; 6- Рама корпуса; 7- Эл. Двигатель; 8- Шпиндель.

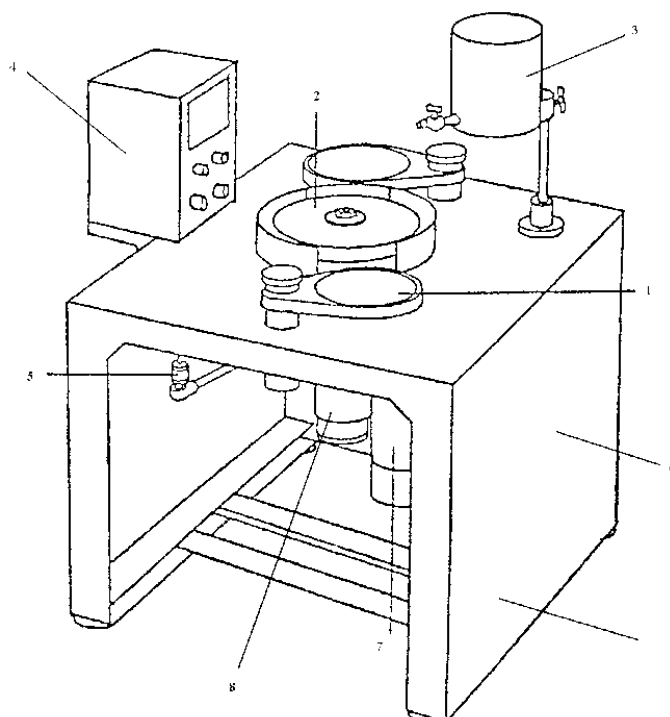


Рис. 3 Модель FAC-10В. Шпиндель с бесступенчатым переключением скоростей.

1-Стол гранильного устройства; 2- Планшайба; 3- Капельник для подачи СОЖ; 4-Регулятор скорости; 5- Маслёнка; 6- Рама корпуса; 7- Эл. Двигатель; 8- Шпиндель.

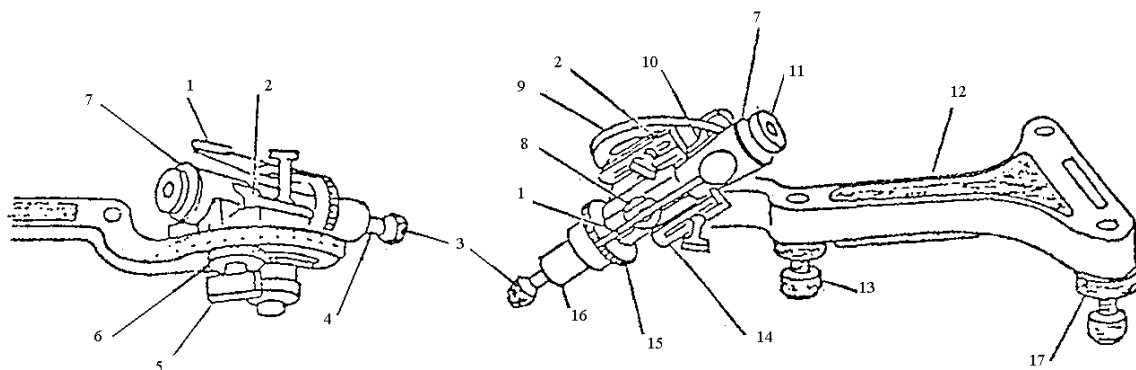


Рис. 4 Гранильное устройство типа С.

1- Собачка; 2- Верхний кулачковый следящий элемент; 3- Камень; 4- Кич; 5- Гайка для установки угла гранения; 6- Ведущая шестерня; 7- Кулачок; 8- Подъёмник собачки; 9- Квадрант-угломер; 10- Указатель; 11- Болт цангового зажима; 12- Рама гранильного устройства; 13- Болт ножки; 14- Нижний кулачковый следящий элемент; 15- Делительное зубчатое колесо (с различным количеством зубьев 16, 32, 64, 80, 96); 16- Шпиндель гранильного устройства; 17- Замковая гайка.

Это стандартная модель, снабжённая сменными кулачками. Данным устройством можно легко осуществлять придание заготовкам предварительной формы, а также огранку овальную, маркиза и др.

Рис. 5 Гранильное устройство для тяжёлого режима работы.

1- Червяк; 2- Червячное колесо; 3- Квадрант-угломер; 4- Собачка; 5- Делительное зубчатое колесо; 6- Камень; 8- Лимб червяка; 9- Рамп гранильного устройства; 10- Пластмассовая подушка; 11- Болт ножки.

(Выгодно применяется для повторной огранки. Предусмотрено двойное индексирование с помощью делительного зубчатого колеса, червяка и червячного колеса. Стандартная комбинация: делительное зубчатое колесо с числом зубьев 30 или 32, и червячное колесо с числом зубьев 30 или 32.)

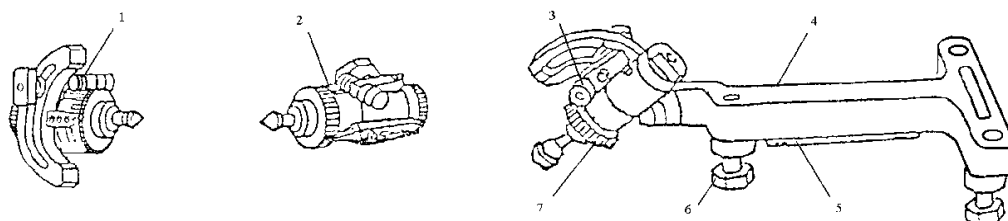
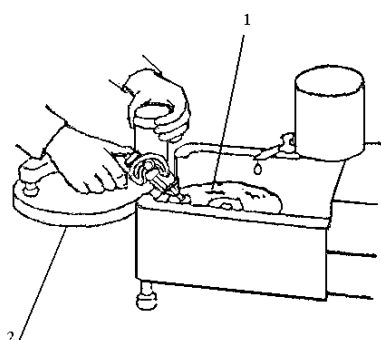


Рис. 6 Гранильное устройство типа УТ.

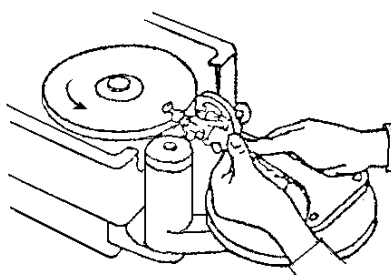
1- Червяк; 2- Червячное колесо; 3- Лимб червяка; 4- Рама гранильного устройства; 5- Подушка ручки; 6- Болт ножки; 7- Делительное зубчатое колесо.

Гранильное устройство легковесного и компактного исполнения. Быстрое индексирование осуществляется большим пальцем. Предусмотрено двойное индексирование с помощью делительного зубчатого колеса, червяка и червячного колеса с числом зубьев 30 и 32.

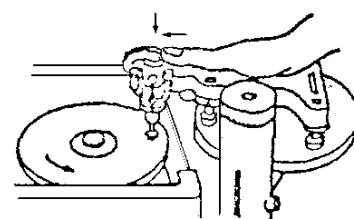
Способ управления планшайбой в сборе и гранильным устройством.



1-Планшайба
2-Стол гранильного устройства



Установить указатель на 90°, повернуть конец кулачка пальцами левой руки, при этом верхний кулачковый следящий элемент соприкасается с кулачком.



Установить указатель на 0°. Верхний кулачковый следящий элемент соприкасается с кулачком.

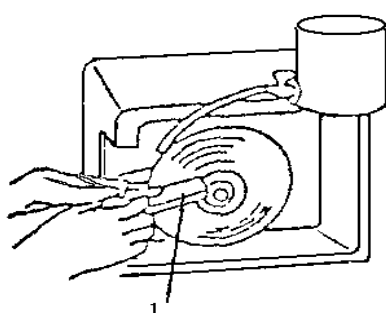
Рис. 7 Гранение.

Рис. 8 Гранение рундиста.

Рис. 9 Гранение площадки.

Скорость вращения шпинделя можно регулировать переводом клинового ремня на другой ручей шкива. При высокой скорости производятся: шлифовка на шлифовальном круге; шлифовка и притирка на алмазном диске или круге; правка с помощью полотна алмазной пилы.

При низкой скорости производятся: притирка на чугунной планшайбе со свободными зернами; очистка на диске, покрытом абразивным порошком; полировка на полировальной планшайбе с полирующим порошком.



1-Приспособление для очистки
Рис. 10 Очистка.
2-Шлифовальный круг

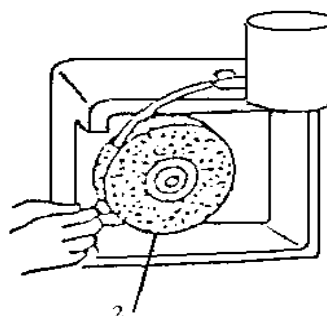


Рис. 11 Шлифовка

РЕГУЛИРОВАНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ СТОЛА ГРАНИЛЬНОГО УСТРОЙСТВА

Установочный винт подвижно вставлен в V-образном шпоночном пазе. Регулирование положения стола гранильного устройства можно осуществлять путем ослабления зажимного болта для кронштейна стола гранильного устройства. При этом убеждаются в плавности вертикального перемещения стола.

Рис. 12 Регулирование положения стола гранильного устройства.

1- Стол гранильного устройства; 2- Установочный винт; 3- Зажимной болт для кронштейна стола гранильного устройства; 4- V-образный шпоночный паз; 5- Микрометрическая шкала; 6- Кнопка для эксцентричного перемещения стола; 7- Планшайба; 8- Диапазон регулировки; 9- Стопорный болт для стола.

УСТРОЙСТВА ДЛЯ ДВОЙНОГО ИНДЕКСИРОВАНИЯ

Устройство для двойного индексирования позволяет облегчать операции по индексированию минимизируя затраты времени и труда.

Устройство конструктивно состоит из делительного зубчатого колеса, червяка, червячного колеса, лимба червяка, пружинной собачки или рычажной собачки. Червяное колесо входит в комплект зубчатого колеса.

Числа зубьев червячного колеса и зубчатого колеса должны быть всегда одинаковы. Заменяют их, при необходимости, одновременно. Различные варианты комбинаций делительного зубчатого колеса, червяка и червячного колеса позволяют увеличивать число ступеней поворота шпинделя гранильного устройства, как показано в таблице.

Рис. 13 Гранильное устройство типа Р.

1- Шпиндель гранильного устройства; 2- Делительное зубчатое колесо; 3- Червяк; 4- Червячное колесо; 5- Рычажная собачка; 6- Лимб червяка.

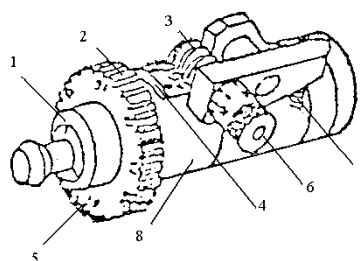


Рис. 14 Гранильное устройство типа УТ

1- Шпиндель гранильного устройства; 2- Делительное зубчатое колесо; 3- Червяк; 4- Червячное колесо; 5- пружинная собачка; 6- Лимб червяка; 7- Пружина; 8- Кольцо собачки.

Таблица

Комбинации показаний делительного зубчатого колеса и лимба червяка

Оборот шпинделя гранильного устройства	Делительное зубчатое колесо с числом зубьев:		Червячное колесо с числом зубьев:	
	32	30	32	30
1/2	16/32	15/30	-	-
1/3	-	10/30	-	-
1/4	8/32	-	-	-
1/5	-	6/30	-	-
1/6	-	5/30	-	-
1/8	4/32	-	-	-
1/10	-	3/30	-	-
1/15	-	2/30	-	-
1/16	2/32	-	-	-
1/30	-	1/30	-	12/12
1/32	1/32	-	12/12	-
1/36	-	-	-	10/12
1/40	-	-	-	9/12
1/45	-	-	-	8/12
1/48	-	-	8/12	-
1/60	-	-	-	6/12
1/64	-	-	6/12	-
1/72	-	-	-	5/12
1/90	-	-	-	4/12
1/96	-	-	4/12	-
1/120	-	-	-	3/12
1/128	-	-	3/12	-
1/180	-	-	-	2/12
1/192	-	-	2/12	-
1/360	-	-	-	1/12
1/384	-	-	1/12	-

В таблице приведены комбинации показаний делительного зубчатого колеса и лимба червяка, позволяющие, поворачивать шпиндель гранильного устройства на любой угол поворота.

Пример: В случае, если установлены делительное зубчатое колесо, и червячное колесо с числом зубьев 30, 1 оборот лимба червяка позволяет делить 1 оборот шпинделя гранильного устройства на 30 частей.

- Деление 1 оборота шпинделя на 64 части может осуществляться путем поворачивания лимба червяка на $6/12$ ($1/2$) оборота, если смонтированы делительное зубчатое колесо и червячное колесо с числом зубьев 32.
- Деление 1 оборота шпинделя на 96 частей может осуществляться путем поворачивания лимба червяка на $4/12$ оборота, если смонтированы делительное зубчатое колесо и червячное колесо с числом зубьев 32.

Любое тонкое индексирование может быть осуществлено путем поворачивания лимба червяка менее чем на 1 деление.

Таблица

Рекомендуемые материалы планшайб и абразивные материалы.

Заготовка	Черновая шлифовка	Черновое гранение	Чистовое гранение	Полировка
Кварцевая группа	Шлифовальный круг #100—#220 Алмазный диск #100—#260	Карборунд #120—#320 Алмазный диск #26.0—#600	Алмазный диск #1200—#1500 Чугунная планшайба, шаржированная окисью алюминия #800—#1500	Планшайба из дерева или люсита (акрилового пластика), шаржированная окисью церия или окисью хрома.
Корундовая группа	Шлифовальный круг #100—#220 Алмазный диск #100—#260	Алмазный диск #260—#600	Алмазный диск #1200—#1500 Медная планшайба с зарубленной поверхностью, шаржированная алмазным порошком 9—15 мк	Оловянная или медная планшайба, шаржированная алмазным порошком 1 мк

ПРИМЕЧАНИЕ.

- (1) Главный выключатель станка должен быть установлен в положение OFF (выкл.), когда станок подключен к сети
- (2) Металлические планшайбы, как правило, отлиты в форме и механически обработаны или обточены для обеспечения ровной и гладкой поверхности, лишенной возможности возникновения биения. Планшайбы должны вращаться с биением в пределах 0,15 мм, а толщина — не менее 8 мм.
- (3) Кич с камнем легко снимается путем ослаблений цангового зажима с последующим его перемещением в сторону камня.
- (4) Завинчивание или отвинчивание гайки крепления шпинделя планшайбы, при необходимости, осуществляют, удерживая рукой приводной ремень во избежание произвольного вращения шпинделя.
- (5) Абразивный материал в сосуде должен быть защищен от попадания пыли и грязи.
- (6) Секрет высококачественной полировки скрывается не в самом мастерстве полировки, а в процессе очистки или предыдущих процессах. Для получения наилучших результатов каждый процесс гранения следует тщательно проходить установленными методами. Следы и трещины, образовавшиеся в предыдущей стадии притирки, должны быть полностью удалены в следующей стадии.
- (7) При гранении и полировке не допускается прилагать к камню чрезмерное усилие.
- (8) Симметрично расположенные грани должны быть обработаны в одних и тех же условиях, таких, как высота стола, усилие гранения, длительность гранения и состояние планшайбы.
- (9) Пробовать новую форму огранки рекомендуется на материале, кварцевой группы, а не на прецизионном материале.
- 10) Не следует приписывать свою ошибку станку, который может работать только по команде оператора. Оператора учат мастерству его ошибки скорее, чем его успехи.



МИНОБРНАУКИ РФ

ФГБОУ ВО

«Уральский государственный горный университет»

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ИСКУССТВЕННЫХ САМОЦВЕТОВ

**Методическое пособие по самостоятельной работе
для студентов направления**

**29.03.04 ТЕХНОЛОГИЯ ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ОБРАБОТКИ
МАТЕРИАЛОВ**

Екатеринбург, 2020

Производство искусственных драгоценных камней



Производство драгоценных камней - увлекательная и благодарная тема, и не только для тех, кто делает или использует эти прекрасные минералы.

Материалы, описанные в данной статье взяты из книги Д. Элзуэлл "Искусственные драгоценные камни" и являются синтетическими драгоценными камнями. Слово "синтетический" означает, что они синтезированы из их химических составляющих. Настоящая синтетическая разновидность камней, встречающихся в природе, имеет тот же химический состав, что и природный камень, за исключением небольшого различия в содержании примесей. В меньшей мере в книге уделяется внимание другой разновидности искусственных драгоценных камней - имитациям, которые выполняются из стекла или путем покрытия различных камней слоем окрашенного материала или путем обработки драгоценного камня, свойства которого изменены в результате окрашивания или облучения.

Автор рассматривал вопрос, как с исторических, так и с технологических позиций. Современные методы производства искусственных драгоценных камней описаны в тех случаях, когда детально известна их технология. Следует, однако, заметить, что главные производители часто тщательно оберегают секреты используемых ими процессов. Тем не менее, внимательные читатели смогут найти в книге достаточно сведений, чтобы применить полученную информацию для выращивания красивых самоцветов у себя в лаборатории, на фабрике или в мастерской.

Вполне естественно, что синтез драгоценных камней представляет интерес для специалистов по выращиванию кристаллов, поскольку драгоценные камни - самые красивые кристаллы. Точнее было бы сказать, что наиболее совершенные кристаллы обязательно представляют собой драгоценные камни! Эта книга предназначена в основном для гранильщиков-любителей, проявляющие живой интерес к вопросам производства искусственных драгоценных камней. Книга также может представлять интерес для ювелиров, которым по роду их деятельности приходится сталкиваться с синтетическими самоцветами, и для других лиц, специалистов и любителей, интересующихся камнями и их производством.

Технология получения рубина, сапфира и шпинели

Рубин и сапфир - минералы, которые хотя и различаются по внешнему виду, обладают идентичной кристаллической структурой и свойствами, за исключением присутствия незначительных концентраций элементов-примесей, придающих им характерные цвета. Рубин и сапфир состоят в основном из окиси алюминия Al_2O_3 кристаллическую форму, которой минералогии называют корундом. Применение термина "глинозем" к этим материалам нередко приводит к путанице, поскольку он относится ко всем формам окиси алюминия, а название корунд используют только для кристаллического материала. Чистый корунд бесцветен и носит название - "белый сапфир". Большинство людей полагает, что сапфир - это драгоценный камень синего цвета, но он может быть желтым, розовым, оранжевым, сине-зеленым и бесцветным. Рубин же это только "красный сапфир". Характерный цвет рубину придает примесь хрома, а присутствие других элементов примесей меняет окраску. Наиболее высоко ценимый оттенок имеет цвет "голубиной крови", хотя вероятнее всего у ювелиров нет привычки резать голубей, чтобы посмотреть, насколько цвет их камня соответствует этому идеалу.

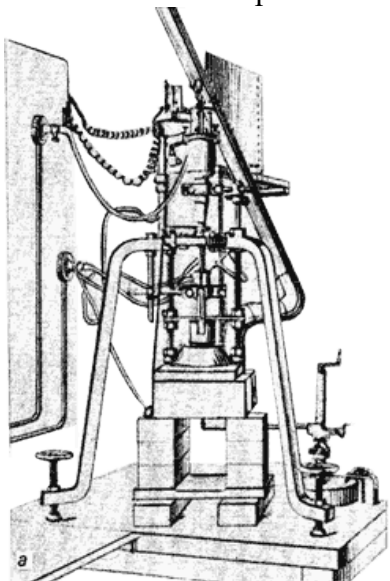
Все Фомы корунда обладают высокой твердостью, что в сочетании с великолепным цветом привело к большой популярности рубина и сапфира, которыми украшают кольца и другие ювелирные изделия.

Технология получения рубина, сапфира и шпинели.

1. Метод Огюста Вернейля. Кристаллы выращенные по методу Вернейля, известны как Були, по видимому, в связи с тем, что первоначально они имели примерно округлую

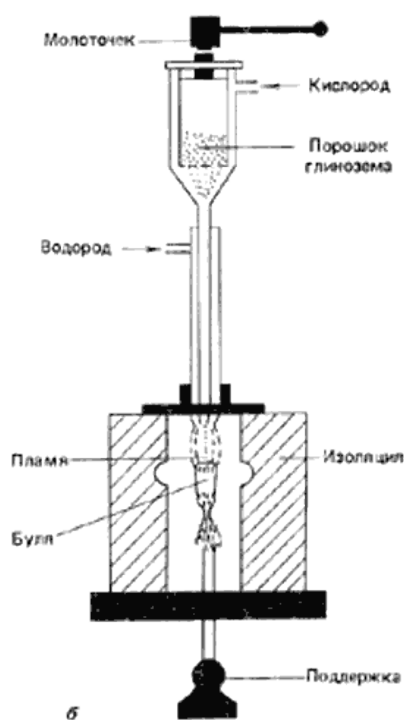
форму. Этот термин, введенный Годеном и применявшийся Вернейлем, теперь стал обычным в лексиконе специалистов по выращиванию кристаллов, несмотря на то что сейчас кристаллы имеют цилиндрическую форму.

Технология Вернейля заключалась в применении вертикальной горелки с подачей порошка глинозема в пламя через поток кислорода. Порошок встряхивается в потоке газа под действием вибратора электрическим приводом. Использование газонепроницаемого резинового сальника позволяет передавать толчки вибратора к сосуду, содержащему порошок глинозема, без утечки кислорода. В холодной части пламени помещен керамический штифт, на котором собираются капли жидкого глинозема, образующиеся при плавлении порошка, просыпающегося через горячую зону пламени. Пламя окружается керамическим, играющим роль изолятора и защищающим растущую Булю от "сквозняков". Этот муфель снабжен смотровым окном, которое в оригинальном аппарате Вернейля, заделывалось слюдой. Чрезмерный нагрев верхней части аппарата за счет потока тепла из горячей зоны предотвращается применением водяного охлаждения.



В начальной стадии роста Були порошок, попадая на штифт, затвердевает и образует конус из материала относительно невысокой плотности. В дальнейшем конус перемещают в горячую зону пламени где его вершина начинает плавиться. В этот момент образуется несколько кристаллов, но один из них ориентировании в направлении наибольшей скорости роста. Он подавляет рост остальных кристаллов и служит затравкой для развивающейся Були. На ранней стадии роста чрезвычайно важно мастерство оператора, поскольку во время селекции кристаллов может понадобиться регулировка температуры пламени или скорости подачи порошка.

После того как в центральной части начнется преобладающий рост одного кристалла, чтобы увеличить диаметр Були повышают скорость подачи питающего порошка и постепенно увеличивают температуру пламени регулировкой скорости потока кислорода. Верхняя поверхность Були становится округлой, и на нее подают свежие порции глинозема в виде падающих капель расплава. Далее подставку со штивтом опускают со скоростью, соответствующей скорости роста Були.



Наиболее важным условием для выращивания кристаллов высокого качества является равномерная подача порошка, поэтому большие усилия тратятся на приготовление питающего материала с тем, чтобы он обладал хорошей сыпучестью. Если порошок слишком грубый, внедрение крупных холодных частичек может вызвать затвердевание тонкого расплавленного слоя. Тогда зарождается много мелких кристаллов и Буля утрачивает структуру монокристалла. Применение слишком мелкого порошка связано с опасностью испарения глинозема в пламени. Оптимальные размеры частиц лежат в субмикронном интервале (меньше тысячных долей миллиметра). Частицы должны иметь правильную форму, так как только в этом случае они одинаково реагируют на воздействие вибратора. Вернейль получал глинозем из аммониевых квасцов, содержащих около 2,5% примеси хромовых квасцов. (Эта концентрация хрома обеспечивала получение камней красного цвета) Порошок такого состава нагревался до разложения квасцов и образования окислов, которые измельчались и просеивались через проволочное сито для селекции частиц необходимого размера.

Вернейль в течение 2 часов выращивал Були весом 2,5 - 3 г. (12-15 карат). Були были округлой формы, и некоторые из них имели диаметр 5-6 мм. Более детальное описание процесса с чертежами аппарата содержится в публикации 1904 г. [8]. (в списке рекомендуемой литературы).

В последние годы появилось большое число научных работ по выращиванию корунда и шпинели методом плавления в пламени. Главное внимание в них уделяется соотношению между дефектами в кристаллах и условиями, при которых выращивается Буля. Основное несовершенство этого метода выращивания кристаллов заключается в наличии ступенчатого градиента температур между горячей между горячей областью пламени, где располагается расплавленная вершина Були, и более холодной нижней частью. Резкое изменение температуры вдоль оси Були создает сильные напряжения в кристалле и, при извлечении из печи Були часто растрескиваются (вдоль) с образованием двух полуцилиндрических фрагментов. Температурный градиент может быть уменьшен введением в печь дополнительных нагревателей. Для этих целей можно использовать электрический нагреватель, смонтированный вдоль оси в нижней части пламени, или четыре маленькие кислородно-водородные горелки, расположенные под прямым углом.

Поскольку установить, что рубины выращены при плавлении в пламени, довольно просто, предпринимались попытки получить материал, больше соответствующий природному,

для чего применялись различные методы. Рубины, наиболее близкие к природным, получались теми методами, в которых использовались плавни.

В качестве растворителя используют фтористый свинец и смесь этой соли с окисью свинца или окисью бора. Кристаллы выращивались при охлаждении раствора от 1300 до 900 °С со скоростью 2 °С в час. Используя эту технологию, получают кристаллы рубина размером 4х4х1,2 см. Затравочный кристалл подвешивался на проволоке в средней части раствора, а в нижнюю часть помещали мелкие обломки рубина, которые служили питающим материалом для растущего кристалла.

Технология получения изумрудов

Изумруд, без сомнения, наиболее привлекательный драгоценный камень зеленого цвета. Он также как аквамарин и гелиодор, относится к семейству берилла - алюмосиликата бериллия с формулой $\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$. Зеленый цвет изумруда обусловлен наличием хрома, который, вероятно замещает часть алюминия в приведенной выше формуле. Интересно, что тот же хром придает рубину характерный красный цвет. Природные изумруды содержат также железо и ванадий, и соотношение этих трех главных элементов-примесей определяет оттенки окраски минерала: от бледно-зеленого через густой сине-зеленый до темно-зеленого цвета. Некоторые бериллы почти не содержат хрома, тем не менее имеют бледно-зеленый цвет. Типичный изумруд из Колумбии, где добывают самые лучшие камни, содержит 0,14% хрома, 0,12% железа и 0,05% ванадия. Наиболее ценные камни имеют яркую травянисто-зеленую окраску со слегка голубоватым, а не желтоватым оттенком. Природные изумруды высокого качества очень редки, поэтому крупные и наиболее красивые камни, оцениваются дороже чем рубины и алмазы.

Первый успешный синтез кристаллов изумруда осуществили в 1888 г. Отфель и Перре, которые растворили в платиновом тигле 18,75 г составляющих берилла с 0,6 г окиси хрома в 92 г молибдата лития. Сначала плавил молибдат в печи при тускло-красном калении, затем постепенно, за 24 часа повысили температуру до 800 °С и поддерживали ее в течение 5 суток. В результате этой процедуры получили около 15 г мелких кристаллов. Увеличение времени плавления в последующих работах до 14 суток привело к образованию кристаллов размером 1 мм в диаметре.

Главная трудность в том, что в тигле зарождается и растет большое число кристаллов. Для того чтобы технология была рациональной с коммерческой точки зрения, необходимо было найти возможность управлять процессом зародыше-образования, чтобы вместо множества мелких кристаллов росло несколько крупных.

Эту проблему решил Х. Эспиг, который использовал метод, именуемый ныне расплав-реакционным. Он отличается от методов, когда кристаллы растут при медленном охлаждении растворов или когда испаряют растворитель, тем, что в нем используется реакционное взаимодействие между составляющими кристалла. В методе Эспига два главных компонента изумруда, окиси бериллия (BeO) и алюминия (Al_2O_3), растворяют в плавне (растворителе), молибдате лития, а третья составляющая, кремнезем (SiO_2) плавают на поверхности раствора. Для того чтобы быть уверенным, что кремнезем плавают, а не погружается, необходимо тщательно регулировать состав плавня, чтобы его плотность была близка к 2,9, т. е. меньше, чем у изумруда, но больше, чем у кремнезема. Поскольку изумруд относительно легкий минерал, потребовались дополнительные меры предосторожности. Выше того места, где кристаллизовался изумруд, помещали сетчатый платиновый экран для предотвращения всплывания кристаллов, так как в области обогащения расплава кремнеземом растут кристаллы очень низкого качества.

Процесс формирования изумруда включает химическую реакцию между кремнеземом и растворенными в молибдатовом плавне окисью бериллия, окисью алюминия и небольшим количеством окиси хрома. Для протекания этой реакции необходимо, чтобы кремнезем сначала растворился в плавне, а затем диффундировал в ту область, где концентрация всех реагентов достаточна для кристаллизации изумруда. Основание тигля должно быть

несколько холоднее, чем остальная часть раствора, если кристаллизация изумруда происходит в этой части. После того как начнут расти первые кристаллы, зарождение новых в других частях тигля маловероятно, так как кремнезем в область кристаллизации поступает с достаточно медленной скоростью и полностью расходуется на химическую реакцию, приводящую к росту уже зародившихся кристаллов изумруда. Поэтому успех этого метода определяется поддержанием очень медленной миграции кремнезема через раствор. В альтернативном варианте окиси бериллия и алюминия помещают на дно тигля, а кремнезем также плавает в верхней части раствора. В этом случае изумруд растет в средней зоне, куда можно поместить и подвешенные затравочные кристаллы.

Используемый процесс характеризуется очень медленным ростом кристаллов, и для выращивания хороших изумрудов требуется время до одного года. В течение этого периода необходимо добавлять в раствор кремнезем, чтобы компенсировать его расход во время роста кристаллов. Полученные кристаллы имели размер до 2 см в поперечнике, но, поскольку они содержали включения, вес ограненных камней составлял около 1 карата. Эспиг сообщал, что добавки только одного хрома не обеспечивают хорошей окраски изумруда, но не указал, добавляет ли он для улучшения цвета окислы ванадия и (или) железа.

Гидротермальный метод.

В этом методе для растворения изумруда используется не молибдат лития или другая расплавленная соль, а обыкновенная вода при высоких давлениях и температурах. Растворимость изумруда в воде при комнатной температуре или даже при температуре кипения очень низка, но быстро растет с увеличением ее до 300 или 400°C. Конечно, при таких температурах вода чрезвычайно быстро испаряется, поэтому для гидротермального метода необходимо использовать достаточно прочные сосуды, способные выдерживать высокие давления, создаваемые водяным паром при нагреве до высоких температур, превышающие атмосферное примерно в 1000 раз. В природе кристаллы изумруда растут в гидротермальных условиях, или, что более вероятно, этот процесс может считаться промежуточным между гидротермальным и раствор-расплавным, поскольку растворяющая способность воды может меняться из-за присутствия в ней различных минеральных солей. В глубоких горизонтах земной коры такая жидкость с растворенным в ней изумрудом имеет высокую температуру, но при перемещении ее на менее глубокие уровни, для которых характерны более низкие температуры и давления, из нее кристаллизуется изумруд. Вероятно, кристаллы росли в трещинах, и процесс их образования протекал очень медленно в течение длительного периода. Структура поверхности природных кристаллов указывает на то, что они росли значительно медленней, чем синтетические кристаллы. Природные кристаллы растут в водной среде, поэтому они содержат включения воды, которую можно обнаружить аналитическими приборами, такими, как инфракрасный спектрометр.

Так же как и в методе, используемом "Фарбениндурии", для предотвращения зарождения большого числа мелких кристаллов необходимо отделить реагенты друг от друга. Окиси бериллия и алюминия помещают в нижнюю часть реакционного объема, а кремнезем - в сетчатый контейнер вблизи поверхности раствора. Затравочные кристаллы подвешивают на проволоке в средней части, где они растут со скоростью 0,3 мм в день, то есть значительно быстрее, чем при выращивании кристаллов из раствора в расплаве. Максимальные скорости роста, достигающие 0,8 мм в день, отмечались, когда приготавливали очень кислый раствор. Размер выращиваемых кристаллов ограничен внутренними габаритами сосуда высокого давления, так как, применяя этот метод, нельзя добавить питающий материал без охлаждения раствора и сброса давления. Однако те же затравки можно помещать в новый раствор три или четыре раза. Более высокие скорости роста при использовании гидротермального синтеза возможны в основном благодаря тому, что затравочные пластины вырезаются таким образом, что кристаллографическая

плоскость, для которой характерен наиболее быстрый рост, имеет наибольшую площадь по сравнению с габитусными плоскостями, которые развиваются в конечном итоге. Вероятно, такой же способ изготовления затравок может использоваться для достижения более высоких скоростей роста и в раствор-расплавном методе.

В 1970 г. "Линде" прекратила производство камней, возможно, в связи с трудностями избежать растрескивания изумрудов, однако более вероятная причина в том, что компания взяла курс на изготовление и продажу собственных драгоценностей "Куинтесса" вместо продажи камней ювелирам, а такая практика не принята установившимися правилами торговли.

Синтетический изумруд до сих пор один из сравнительно немногих искусственных драгоценных камней, который признан торговцами Драгоценностями и который стоит рядом с природным материалом (хотя и не может конкурировать с ним).

История и технология получения алмазов

Наибольшей популярностью среди всех драгоценных камней уже многие столетия пользуется алмаз, особенно после того, как стала известна бриллиантовая огранка алмаза, при которой наиболее ярко проявляются его оптические свойства. Прекрасны игра цветов и блеск алмаза, но все-таки наиболее замечательное его свойство - твердость и стойкость. Относительная твердость минералов обычно определяется по шкале Мооса, в основу которой положена способность минералов царапать друг друга. Шкала имеет градацию от 1 до 10 в соответствии с твердостью 10 минералов, которые приняты в качестве стандартов. В порядке возрастания твердости это: тальк (1), гипс (2), кальцит (3), флюорит (4), апатит (5), полевой шпат (6), кварц (7), топаз (8), корунд (9), алмаз (10). Например, если камень царапается кварцем, но сам царапает полевой шпат, то его твердость 6,5. Стекло обычно относится к числу твердых материалов, однако его твердость всего лишь 5, а твердость медной монеты вообще только 3. Стекло легко царапается кварцем, так что если читатель сумел сделать царапину на окне, то это вовсе не значит, что в его руке алмаз. Однако в шкале Мооса не находит отражения уникальная твердость алмаза. По другой шкале, шкале Кноопа, алмаз более чем в 5 раз тверже сапфира (твердость 9), а сапфир только на 30% тверже топаза (твердость 8). Можно сказать, что алмаз в той же мере тверже стали, в какой сталь тверже масла.

Трудно себе представить, что алмаз, обладающий столь высокой твердостью, является одной из форм углерода, другая форма которого - графит. Все-таки удивительно, что графит и алмаз имеют один и тот же химический состав, хотя алмаз наиболее твердый из всех природных материалов, а графит используется для изготовления карандашей. Еще более поразительно сопоставление алмаза и аморфных (некристаллических) форм углерода: древесного угля, кокса и сажи. Громадная разница в свойствах графита и алмаза обусловлена Различным пространственным расположением атомов углерода в этих Двух минералах. В алмазе, имеющем кубическую кристаллическую структуру, каждый атом углерода окружен четырьмя такими же атомами, образующими правильную четырехгранную пирамиду. Очень прочные химические связи между симметрично расположенными атомами объясняют высокую твердость алмаза. Графит же имеет слоистую структуру, где наиболее прочные связи между атомами Углерода существуют внутри слоя, в котором атомы образуют гексагональную сетку. Связь же между отдельными слоями очень слабая, поэтому соседние слои могут легко скользить относительно друг друга. Это свойство графита позволяет использовать его в качестве смазки.

Еще в XVII в. Роберт Бойль показал, что на алмаз воздействует пламя, а Г. Аверани и К. А. Тарджионо из Флорентийской академии в Италии в 1694 г. продемонстрировали с помощью зажигательного стекла, что алмаз горит, если его нагреть до достаточно высоких температур. В 1772 г. Антуан Лавуазье установил, что при сгорании углерода образуется его двуокись (CO_2). Доказательство же того, что алмаз - одна из форм углерода, принадлежит английскому химику Смитсону Теннанту. Решающий эксперимент

был выполнен в 1797 г., когда Теннант сжег алмаз в закрытом золотом сосуде и установил, что вес образовавшейся двуокиси углерода точно такой, каким он и должен быть, если алмаз состоит из чистого углерода. При сжигании равных количеств (по весу) алмаза, графита или сажи образуется одинаковое количество двуокиси углерода.

После этого открытия ученые постепенно пришли к мысли, что алмаз такая форма углерода, которая образуется при высоких давлениях, т. е. для того, чтобы превратить дешевый графит в самый твердый и наиболее очаровательный продукт природы, необходимо атомы углерода теснее прижать друг к другу. До сих пор продолжаются дискуссии о происхождении алмаза в природе. Сейчас уже установлено, что высокие давления и температуры, необходимые для образования алмаза в естественных условиях, существуют лишь на глубинах более 100 км ниже поверхности Земли. Некоторые ученые весьма неохотно допускают, что алмазы могут уцелеть в путешествии из таких больших глубин, и выдвигают теории об образовании их на сравнительно высоких горизонтах. Наиболее правдоподобное объяснение заключается в том, что алмазы образуются на больших глубинах, в мантии Земли, возможно, в расплавленных перидотитах-породах, которые по сравнению со средним составом земной коры содержат больше окислов железа и магния и меньше окислов алюминия, кремния, натрия и калия. Условия для роста алмазов могут сохраняться длительное время до тех пор, пока нарастающее давление газообразной двуокиси углерода не выбрасывает алмазы на более высокие уровни. В большинстве случаев алмазы не сразу достигают поверхности, а остаются в области высоких температур, где имеет место их частичное растворение. Когда же, наконец, алмазы попадают на земную поверхность, они или остаются на месте, в породе, или под действием ветра и дождя извлекаются из нее и накапливаются в аллювиальных отложениях, иногда очень далеко от места выхода алмазосодержащей породы. Алмазы, которые обнаружены не в аллювии, встречаются в трубках, сложенных голубоватой породой, называемой кимберлитом. Ясно, что кимберлит не застывшая лава, так как при температуре лавы в отсутствие высоких давлений алмаз должен сгореть. Состав кимберлита, конечно же, не тот, что у первоначального алмазосодержащего расплава, так как последний изменялся при подъеме к поверхности и затвердевании, которое произошло более 100 млн. лет назад. Кимберлитовые трубки, известные главным образом в Южной Африке, не столь уж редки, и высокая цена на алмаз до недавнего времени поддерживалась только тщательным контролем над добычей и торговлей.

Первый успех.

Развитие исследований по созданию аппаратов высокого давления, необходимых для синтеза алмазов, связано с именем пионера исследований в области высоких давлений, лауреата Нобелевской премии, профессора Гарвардского университета П. У. Бриджмена, который рассматривал синтез алмаза как вызов своей изобретательности и техническому мастерству и, как говорят, в экспериментах стремился каждый раз использовать новую технику, которая увеличивала бы максимальное давление.

Бриджмен был не только выдающимся ученым и изобретателем, но и интересным писателем. Он писал о синтезе алмазов "Попытки добиться успеха в этой захватывающей проблеме обнажили весь спектр человечества: люди, от блестящих ученых до откровенных шарлатанов и жуликов, дарили ей свой ум и страсти". Бриджмен отмечал, что на протяжении 25 лет в среднем 2-3 человека в год заявляли о том, что владеют секретом синтеза алмаза, и предлагали войти в долю при распределении прибылей в обмен на финансирование строительства аппарата для практической реализации идеи.

Так же как и Парсонс, Бриджмен быстро понял, что одно только высокое давление не способно превратить графит в алмаз.

Согласно теории, алмаз представляет собой стабильную кристаллическую форму углерода уже при давлениях примерно 20 000 атм, однако в опытах Бриджмена, при давлениях в 425 000 атм при комнатной температуре и 70 000 атм при температуре красного каления, превращения графита не происходило. В то же время алмаз при нормальном атмосферном

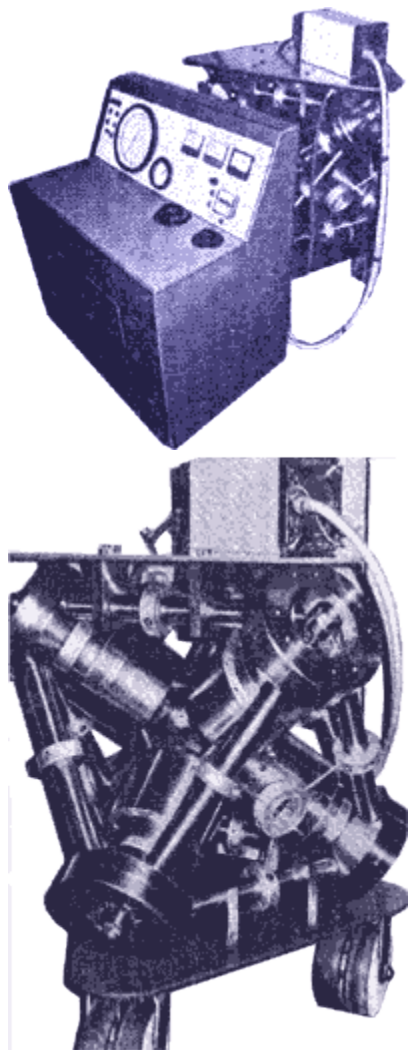
давлении ведет себя как вполне стабильная фаза. Моя жена пока не поменяла бриллиант в кольцо, которое я подарил ей при помолвке, на гранат большего размера, не хотела верить в то, что в один прекрасный день алмаз может превратиться в графит, пусть даже графит более стабильная фаза, чем алмаз, при повседневных температурах и давлениях. При низких давлениях алмаз метастабилен, так же как графит может оставаться метастабильной формой даже в условиях, при которых стабилен алмаз.

Превращение алмаза в графит может быть осуществлено при нагреве примерно до 1500 °С, и это позволило предположить, что для обратного превращения при высоких давлениях необходимы температуры того же порядка. В 1941 г. при финансовой поддержке компаний "Нортон" и "Дженерал электрик" Бриджмен приступил к осуществлению проекта по синтезу алмазов при высоких температурах. Предварительно прокаленный при 3000 °С графит помещали в специальный сосуд 1000-тонного пресса. Внутри цилиндра находился термит, используемый для реакции, создающей температуру до 3000 °С в течение нескольких секунд одновременно с давлением в 30 000 атм. Опыты продолжались четыре года, но алмазы так и не были получены. Аппаратуру перевезли на завод компании "Нортон", где ее использовали для продолжения экспериментов и других работ.

Наконец, проблему синтеза алмазов начинает изучать исследовательская лаборатория компании "Дженерал электрик", которая в 1955 г. представляет первый отчет об успехе группы в составе Френсиса Банди, Трейси Холла, Герберта Стронга и Роберта Уэнторфа. Хотя позднее группа исследователей из Швеции заявила, что она синтезировала алмазы еще в 1953 г., результаты ее работ не были опубликованы, поэтому сотрудникам "Дженерал электрик" заслуженно принадлежит мировой патент. Успешный синтез явился результатом четырехлетних исследований. Сообщение о синтезе алмазов увеличило стоимость акций "Дженерал электрик" за один день более чем на 300 млн. долларов, а акции горнорудной корпорации "Де Бирс" упали на несколько пунктов, хотя и восстановились на следующий День. В то время, когда появилось сообщение, искусственные алмазы были очень мелкие, и говорили, что если бы кто-нибудь чихнул в неподходящий момент, это привело бы к потере всего мирового запаса!

Человеком, которому посчастливилось первому осуществить синтез алмаза, был Трейси Холл. Холл пришел в лабораторию "Дженерал электрик" в 1948 г. и с 1951 г. стал членом небольшой исследовательской группы, занимающейся "Проектом сверхдавления", как были закодированы работы по синтезу алмаза. Хотя Холл был химиком, он понял, что главное препятствие на пути успешного Решения проблемы синтеза алмаза - отсутствие оборудования высокого давления, и разработал эскизный проект системы, впоследствии названной "халфбелл". Это был только первый шаг к успеху, но он наметил путь к новой, ставшей знаменитой конструкции "белл". Свой первый аппарат Холл создавал на основе неофициальной договоренности с друзьями из механической мастерской. Таким же образом были изготовлены самые важные детали аппарата из карбида вольфрама. Применение твердого сплава позволило создать давление в 120000 атм при 1800 °С и выдерживать эти параметры несколько минут. Около года исследователя преследовали неудачи, но 16 декабря 1954 г. изготовлены самые важные детали аппарата из карбида вольфрама. Применение твердого сплава позволило создать давление в 120000 атм при 1800 °С и выдерживать эти параметры несколько минут. Около года исследователя преследовали неудачи, но 16 декабря 1954 г. пришел первый успех. Холл позднее писал: "Руки мои тряслись. учащенно билось сердце, я ощутил слабость в коленях и вынужден был сесть. Мои глаза поймали сверкнувший свет от дюжин мелких треугольных граней октаэдрических кристаллов... и я понял, что наконец-то алмазы сделаны человеком". Этот эксперимент был выполнен при давлении 70000 атм и температуре 1600°С с использованием графита и троилита (FeS). Алмазы прилипли к танталовому диску, который используется для подводки электрического тока при нагреве образца. Тантал, кроме того, восстанавливал FeS до металлического железа, так как присутствие одной серы не может вызвать превращения графита в алмаз.

Синтез алмаза был подтвержден 31 декабря 1954 г. Хью Вудбери, и 15 февраля 1955 г. об этом было сообщено в прессе. Это было именно то четкое подтверждение независимым исследователем, которого так недоставало в шведском (ASEA) эксперименте.



Аппарат для синтеза алмаза, предложенный Холлом, назывался "белт" (пояс) (см. рисунки слева), потому что центральная часть, где происходит синтез алмазов, поддерживалась кольцом из карбида вольфрама с бандажом из высокопрочной стали. Два конических поршня приводились в движение с помощью большого гидравлического пресса из упрочненной стали. Главная трудность при создании аппаратов высоких давлений и температур заключается в том, что стали и другие конструкционные материалы быстро теряют свою прочность при нагреве. Эту проблему можно решить путем нагрева только внутреннего рабочего объема и соответствующей термоизоляции для предотвращения чрезмерного нагрева поршней и пояса. Группа "Дженерал электрик" с успехом использовала встречающийся в природе минерал пирофиллит, материал мягкий, достаточно хорошо передающий давление и в то же время обладающий высокой температурой плавления. В полость, образованную поршнями и поясом, помещали ячейку из пирофиллита с вмонтированной электропечью в виде графитовой трубки, с помощью которой достигалась необходимая температура. Зазоры между поршнями и поясом уплотнялись металлическими и пирофиллитовыми прокладками, которые выполняли также роль тепло- и электроизоляторов.

В отличие от опытов Тарсонса и Бриджмена в этих экспериментах использовался катализатор, в частности железо, что и предопределило успешное решение поставленной задачи. В настоящее время известно, что катализатор играет роль растворителя, в котором графит сначала растворяется, а затем кристаллизуется в виде алмаза. Без металлического растворителя скорость превращения графита в алмаз очень мала. Согласно патенту "Дженерал электрик", типичная шихта в реакционной камере представляет собой смесь 5 частей графита, 1 части железа, $\frac{1}{3}$ части марганца и $\frac{1}{3}$ части пятиоксида ванадия. Эту смесь запечатывали и нагревали до 1700°C под давлением 95 000 атм в течение 2 мин, затем охлаждали до 1500°C за 8 мин. С тех пор проведены многочисленные исследования по подбору растворителей, особенно Уэнторфом. Сейчас в качестве растворителя чаще всего используют смесь никеля и железа, позволяющую осуществить синтез алмаза при менее жестких условиях.

Ювелирные алмазы.

Не следует думать, что производство синтетических алмазов в столь огромных объемах упрощает задачу получения алмазов таких размеров и такого качества, которые позволяют отнести их к Драгоценным камням. Главное препятствие попыткам получить крупные кристаллы - маленький объем, в котором можно поддерживать экстремальные условия давления и температуры. К тому же для выращивания больших кристаллов требуется длительное время. Способы получения ювелирных алмазов не патентовались до 1967 г.,

когда Роберт Уэнторф, наконец, добился успеха в выращивании алмаза на затравке. Оказалось, что затравочный кристалл необходим для предотвращения кристаллизации графита даже тогда, когда условия опыта соответствуют области кристаллизации алмаза. Наиболее трудная проблема при выращивании крупных кристаллов алмаза высокого качества заключается в необходимости поддержания таких условий в области его стабильности, при которых скорость кристаллизации будет невелика. В используемой Уэнторфом методике затравочный кристалл помещался в холодную часть раствора при температуре около 1420 °С, а мелкие кристаллы располагали в нижней части при температуре 1450 °С. Интервал давлений составлял от 55 000 до 60000 атм. Однако лучше, если затравочный кристалл помещают в нижней части, потому что некоторые образующиеся вне затравки мелкие кристаллы всплывают в горячую зону и там растворяются, а не растут вокруг затравки.

В некоторых опытах Уэнторфа питающий алмазный материал перекристаллизовывался в графит, и такие эксперименты рассматривались как дорогостоящая авария! Однако исследователи столкнулись и с более серьезной проблемой: максимальная скорость, с которой кристаллы могут стабильно расти, должна уменьшаться по мере того, как кристалл становится крупнее. Установлено, что для кристалла диаметром 1мм наиболее высокая скорость стабильного роста составляет 0,2 мм в час. Когда же размер кристалла достигает 5 мм. стабильный рост может происходить только со скоростью 0,04 мм в час, поэтому для выращивания кристалла такого размера требуется несколько дней. Эта проблема станет еще более серьезной, если пытаться выращивать алмазы большего размера. В настоящее время самый крупный синтетический алмаз имеет 6 мм в диаметре и весит 1 карат (0,2 г). Поскольку для выращивания крупных кристаллов более благоприятны низкие скорости роста, а поддержание высоких температур и давлений в течение длительного времени требует значительных затрат, крупные синтетические алмазы существенно дороже природных кристаллов сопоставимых размеров. Эта разница в цене может быть ликвидирована только с развитием нового оборудования, позволяющего получать высокие давления и температуры более экономичным способом, чем при современной технологии. Тем не менее крупные кристаллы Уэнторфа представляют большое достижение как вдохновляющий пример выращивания кристаллов в трудных условиях. Эти синтетические кристаллы - наиболее чистые алмазы в мире!

Прямое превращение графита в алмаз.

Для прямого перехода графита в алмаз необходимы еще более экстремальные условия по сравнению с методикой, использующей металл-растворитель. Это связано с большой устойчивостью графита, обусловленной очень прочными связями его атомов. Результаты первых экспериментов по прямому превращению графит - алмаз, выполненных П. Де-Карли и Дж. Джеймисоном из "Аллайд кемикл Корпорэйшн", были опубликованы в 1961 г. Для создания давления использовалось взрывчатое вещество большой мощности, с помощью которого в течение примерно миллионной доли секунды (одной микросекунды) поддерживалась температура около 1200 °С и давление порядка 300000 атм. В этих условиях в образце графита после опыта обнаруживалось некоторое количество алмаза, правда в виде очень мелких частичек. Полученные кристаллиты по размерам = 10 нм, (или одна стотысячная доля миллиметра) сопоставимы с "карбонадо", встречающимся в метеоритах, образование которых объясняется воздействием мощной ударной волны, возникающей при ударе метеорита о земную поверхность.

В 1963 г. Фрэнсису Банди из "Дженерал электрик" удалось осуществить прямое превращение графита в алмаз при статическом Давлении, превышающем 130000 атм, Такие давления были получены на модифицированной установке "белт" с большей внешней поверхностью поршней и меньшим рабочим объемом. Для создания таких давлений потребовалось увеличение прочности силовых деталей установки. Эксперименты включали искровой нагрев бруска графита до температур выше 2000 °С. Нагревание осуществлялось импульсами электрического тока, а температура,

необходимая для образования алмаза, сохранялась в течение нескольких миллисекунд (тысячных долей секунды), т. е. существенно дольше, чем в экспериментах Де-Карли и Джеймисона. Размеры новообразованных частиц были в 2-5 раз больше по сравнению с получающимися при ударном сжатии. Обе серии экспериментов дали необходимые параметры для построения фазовой диаграммы углерода, графически показывающей области температур и давлений, при которых стабильны алмаз, графит и расплав.

Рост в метастабильных условиях.

В последние годы пристальное внимание привлекли предложения по получению алмазов в условиях, при которых стабилен графит, а алмаз метастабилен (метастабильность алмаза означает, что он может в данных условиях оставаться неизменным неограниченное время без обратного перехода в графит). Для превращения графита в алмаз необходимо, чтобы атомы углерода были возбуждены до состояния, характеризующегося высокой энергией. Обычно это достигается приложением высоких давлений и температур. Альтернативная идея основана на том, что если удастся получить атомы углерода с высоким энергетическим уровнем, то при переходе в твердое состояние вероятнее образование метастабильного алмаза, чем стабильного графита. Этому способствует применение затравочных кристаллов алмаза, которые помогают атомам углерода располагаться в порядке, соответствующем алмазной, а не графитовой структуре.

Вероятно, наиболее перспективный метод связан с разложением углерод содержащих газов при достаточно низких давлениях. Обволакивая мелкие кристаллы алмаза, газ разлагается, и атомы углерода осаждаются на поверхность затравочных кристаллов. В начале 60-х годов этот метод независимо друг от друга разработали В. Эверсол из фирмы "Линде" в США и Б. Дерягин и Б. Спицын из Института физической химии в Москве. Вначале Дерягин и его коллеги использовали тетраидит углерода (C_4I_4), а Эверсол пользовался метаном (CH_4), который до сих пор остается наиболее широко применяемым в этом методе газом.

Потребовалось достаточно много времени, прежде чем научная общественность поверила в возможность получения алмаза этим методом, однако сейчас обоснованность этого процесса более чем достаточна.

Для опытов Эверсола характерны следующие условия: температура в интервале 600-1600 °C, общее давление газа - одна атмосфера - концентрация метана в газовой смеси от 0,015 до 7%. Затравки имели размер всего лишь 0,1 мкм (десятитысячная доля миллиметра) в диаметре, что обеспечивало большую поверхность для осаждения алмазов. К сожалению, помимо алмаза в газовой фазе образовывались также скопления графита, которые осаждались вместе с алмазом на поверхности затравочных кристаллов. Если время от времени не останавливать процесс для удаления графита, его концентрация настолько возрастает, что препятствует осаждению алмаза. Для этого в методе Эверсола предусматривалось периодическое извлечение алмазов, которые затем помещались в сосуд высокого давления (от 50 до 200 атм) с водородом и прокаливались при температуре 1000 °C. Водород вступает в реакцию с графитом намного быстрее, чем с алмазом, поэтому такая процедура очищает поверхность затравочных кристаллов для последующего роста.

Группа Дерягина пришла к выводу, что новообразования графита выгоднее окислять кислородом воздуха при атмосферном давлении. Преимущество этого способа в том, что процесс синтеза и удаление графита осуществляются в одном и том же реакторе, который в окислительную стадию процесса заполняется воздухом. Типичные условия, используемые в настоящее время для выращивания алмаза, характеризуются температурой 1020 °C и давлением метана 0,07 мм рт.ст.

Наибольшие скорости роста составляют примерно 0,1 мкм в час, что обеспечивает образование во всем объеме реактора около одного карата алмаза в час. Вибрация затравок способствует увеличению поверхности соприкосновения кристаллов с метаном и ведет к улучшению свойств наращиваемого слоя. Еще большие скорости достигаются при

облучении поверхности алмазов светом газонаполненной ксеноновой лампы высокого напряжения. Лампа работает в пульсирующем режиме, способствуя быстрому росту алмаза и в значительной степени предотвращая зарождения кристаллитов графита. Сообщалось, что в таких условиях скорости роста достигают нескольких микрометров в час. Иногда при использовании этого метода начинают расти алмазные "усы" - тонкие нити, выступающие из разных мест поверхности затравочного кристалла. Причины такой странной формы роста пока не ясны.

Метод Эверсола в США развивался в основном Дж. Ангусом и его сотрудниками в университете штата Огайо. Используемые ими условия роста: температура 1000 °С, давление метана (в смеси с водородом) 0,2 мм рт. ст. - близки к условиям экспериментов, проводимых группой Дерягина. Прирост веса составляет обычно 6% за 20 ч, что соответствует линейной скорости роста только 0,001 мкм/сут. Более высокие скорости наблюдаются в начальный период процесса, что, вероятно, связано с напряжениями, обусловленными небольшими различиями расстояний между атомами углерода в пленке и кристалле-подложке. Возможно, что очень высокие скорости роста, о которых сообщалось советскими учеными, также характерны только для начальной стадии процесса.

В ранних экспериментах алмазы, полученные с помощью такого метода, имели светло-серую окраску.

Интересное с геммологической точки зрения сообщение содержится в недавно вышедшей статье, в которой указывается, что алмазы в течение нескольких циклов наращивания - очищения изменяют почти белую окраску на светло-голубую. В настоящее время еще не удастся получить крупные кристаллы алмаза наращиванием на затравки в газовой фазе, так же как нет доказательств того, что "алмазные слои" могут равномерно нарастать на относительно большие камни. Тем не менее вполне возможно, что усовершенствование метода позволит покрывать ограненные алмазы слоем высококачественного материала, может быть даже с определенными присадками, например с бором, чтобы получить новые цветовые эффекты.

Другая методика, позволяющая использовать элементарный углерод вместо его соединений, основана на сообщении ускорения ионам углерода до высоких энергий в электрическом поле. Первоначально при электрическом разряде в условиях низкого давления газа получают положительные ионы углерода, которые разгоняют и направляют магнитным полем через узкую щель в камеру с очень низким давлением. Сюда ионы углерода поступают с очень высокой скоростью (эквивалентной температуре в десятки тысяч градусов) и ударяются либо в затравочные алмазные кристаллы, либо в металлические иголки, используемые в качестве регистраторов. До сих пор не подтверждено, что поверхностные слои образуются алмазом. Возможно, осажденный материал - аморфный. Следует заметить, что описанный выше метод имеет ряд альтернативных решений, часть из которых запатентована. Их краткое описание можно найти среди геммологических патентов и в обзорах.

Облученные алмазы.

Глава об алмазе была бы неполной без информации об использовании ядерного облучения для получения окрашенных кристаллов. Развитие такого метода обработки вызвано чрезвычайной редкостью цветных алмазов, а между тем окрашенный алмаз хорошего качества более чем на 25% дороже своей бесцветной разновидности.

Английский ученый сэр Уильям Крукс обнаружил, что радиоактивное излучение радия превращает бесцветный алмаз в зеленую разновидность. Позднее было установлено, что это изменение окраски происходит в результате бомбардировки кристалла α -частицами, но захватывает только внешний слой алмаза из-за слабой проникающей способности α -частиц в твердое тело. Не очень привлекательная зеленая окраска может быть уничтожена повторной полировкой камня до удаления окрашенного слоя или нагреванием алмаза при температуре 450°С.

Метод обработки алмаза облучением пребывал в забвении до развития в конце 40-х годов ядерной физики. Тогда для ускорения дейтронов (ядер тяжелого водорода-дейтерия, которые состоят из протона, связанного с нейтроном) стали использовать циклотрон. Дейтронами бомбардировали кристаллы алмаза. Алмаз оставался сильно радиоактивным в течение нескольких часов, но и в этом случае окрашивался только внешний слой. Было установлено, что бомбардировка электронами с высокой энергией приводит к окрашиванию алмаза в бледно-голубой или зеленый цвет, но опять-таки окрашивался лишь тонкий слой. А вот нейтроны, обладающие более высокой проникающей способностью, могут изменить окраску всего камня. После облучения ими алмазы становятся зелеными, однако нагревание в инертном газе при 900 °С меняет их цвет сначала на коричневый, а затем на золотисто-желтый. Облученные алмазы золотисто-желтого цвета намного привлекательней, чем зеленые или коричневые, они очень популярны в Соединенных Штатах.

В некоторых случаях реакция алмазов на облучение более разнообразна, и можно получить кристаллы синего, красного и пурпурного цветов. Это различие в окраске обусловлено примесями, присутствующими в алмазах. Большинство алмазов, так называемые алмазы типа I, содержат в качестве примеси азот, который внедряется в кристалл предположительно в промежуточную стадию между образованием алмаза в недрах Земли и временем, когда он попадает в приповерхностные ее участки. В большинстве алмазов азот распределен в виде тончайших пластинок, но в одном из тысячи он распределен равномерно во всем объеме кристалла.

Последний тип кристаллов назван Ib, тогда как наиболее распространенные отнесены к типу Ia.

Менее распространенный тип II объединяет чистые алмазы, почти не держащие азота. К нему относятся наиболее крупные камни, такие, как "Куллинан". Наиболее часто встречающиеся алмазы этого типа классифицируются как тип IIa, а очень редкие, содержащие небольшие концентрации примеси алюминия, как тип IIb. (Гексагональные "алмазы" относят к типу III.) Среди алмазов типов Ib и II встречаются кристаллы красного и фиолетового цветов, вследствие чего они дороже алмазов обычного типа.

Поскольку в наше время обработка алмазов для изменения их окраски распространена достаточно широко, возникла новая проблема: как отличить облученные камни от окрашенных напылением тонкого слоя какого-нибудь цветного материала?

Много путаницы и споров связано с определением облученного голубого берилла, называемого "берилл Матчиш". Как это часто бывает, когда свойства Драгоценных камней изменяются в процессе их обработки, перед специалистами возникла проблема, как отличать бериллы Матчиш от Природных, имеющих такую же окраску.

Нэнси Кинг из "Нэйшнл инкуайерер" исследует другую проблему, связанную с облученными камнями. Дело в том, что некоторые облученные алмазы в течение длительного времени могут оставаться радиоактивными в связи с присутствием примесей долгоживущих изотопов. Насколько эта проблема серьезна - еще не ясно, но если некоторая опасность для владельца облученного камня существует, он Должен быть осведомлен о результатах контроля на остаточную радиоактивность.

Получение искусственных заменителей алмазов

До появления синтетических камней наиболее известными заменителями алмаза были циркон и бесцветный сапфир. К достоинствам сапфира следует отнести близкую к алмазу твердость, но его блеск и игра цветов существенно хуже, так что даже невооруженным глазом легко увидеть, что эти камни действительно несопоставимы. Игра цветов циркона близка к алмазу, но его блеск значительно хуже и лишь незначительно выше, чем у сапфира.

Блеск минерала в основном зависит от показателя преломления, который определяется степенью замедления световой волны при вхождении в твердую среду. Чем выше показатель преломления, тем ниже скорость света в кристалле по сравнению со скоростью в воздухе. Показатель преломления также измеряется по отклонению луча света при вхождении в кристалл. Из этого следует, что чем выше показатель преломления

кристалла, тем сильнее его блеск. Чем сильнее луч света изменит свое направление, проникая в кристалл, тем меньший угол он образует с противоположной поверхностью, и соответственно возрастает вероятность того, что луч отразится от тыльной грани, а не пройдет сквозь кристалл. Количество света, отраженное камнем зависит также от угла падения луча и вида огранки камня, но именно разница показателей преломления алмаза (2,42) и сапфира (1,77) делает эти минералы столь отличающимися друг от друга; алмаз - сверкающий камень, тогда как бесцветный сапфир относительно тусклый.

Многие минералы обладают двупреломлением, которое возникает в результате взаимодействия световых волн с закономерно расположенными атомами в кристаллах, не обладающих кубической симметрией. В двупреломляющих кристаллах луч света разделяется на два луча, которые распространяются с разной скоростью и, следовательно, преломляются под разными углами. Такие кристаллы имеют два показателя преломления, соответствующие этим двум лучам, которые называются обыкновенным и необыкновенным и характеризуются колебаниями во взаимно перпендикулярных направлениях. Разницу между показателями преломления и называют двупреломлением, она может быть положительной или отрицательной в зависимости от того, больше или меньше показатель преломления необыкновенного луча, чем обыкновенного. Для бесцветных драгоценных камней предпочтительно нулевое двупреломление, что соответствует оптической изотропности (т. е. они должны обладать кубической сингонией, для которой характерны одинаковые свойства во всех направлениях). Алмаз - изотропный минерал и поэтому лишен главных недостатков двупреломляющих драгоценных камней. Если рассматривать сквозь двупреломляющий кристалл его шлифованные грани, то они кажутся расплывчатыми, так как глаз воспринимает двойное изображение поверхностей, расположенных с обратной стороны.

Игра цветов камня определяется его дисперсией, которая представляет собой разницу показателей преломления кристалла для волн света различной длины. Для определения показателей преломления в качестве стандартов выбраны две длины волны: 6870 Å (красный свет) и 4308 Å (фиолетовый свет). Поскольку свет любого цвета отражается под свойственным только ему углом, это приводит к появлению "радуги" цветов при отражении белого света от драгоценного камня.

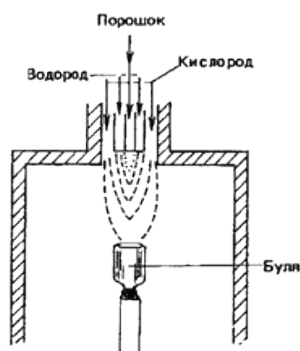
Шпинель, изготовленная в печи Вернейля, стала первым синтетическим заменителем алмаза. У нее игра цветов несколько выше, чем у сапфира, однако твердость и показатель преломления ниже, поэтому обычно она считается не лучшим из числа дешевых заменителей алмаза. Однако когда она впервые стала выпускаться под названием "алмаз Джурадо", это даже вызвало небольшую панику среди торговцев драгоценностями. Синтетическая шпинель до сих пор продается в качестве недорогого заменителя алмазов.

Рутил.

Первым синтетическим камнем, появившимся в продаже после второй мировой войны, был рутил, впервые полученный в качестве побочного продукта при научных исследованиях по изготовлению новых белил. Монокристаллы рутила потребовались для более тщательного изучения титановых пигментов, в частности для определения их смачиваемости и оптических свойств. Рутил - это стабильная окись титана (TiO_2), встречающаяся в природе в виде непривлекательного коричневого или черного минерала, обычно содержащего высокие концентрации железа. Первый рутил ювелирного качества был изготовлен компанией "Нэйшнл лид индастрис" в США в 1948 г. Наиболее характерное свойство рутила - его дисперсия (0,28), более чем в шесть раз превосходящая дисперсию алмаза. Игра цветов у рутила выше, чем у всех драгоценных камней, поэтому ограненный рутил выглядит восхитительно. Он имеет более высокий показатель преломления, чем алмаз, однако этот камень страдает недостатком, обусловленным высоким двупреломлением, что делает "затуманенными" тыльные грани. Твердость рутила меньше 7, поэтому кристаллы, ограненные в такой форме, когда наиболее ярко проявляются его необычные оптические свойства, весьма недолговечны. Несмотря на эти

недостатки, замечательный вид камней привел к широкой популярности рутила, особенно в 50-х годах. Чаще всего он продавался под названием "титания", однако использовалось и много других торговых наименований, один только перечень которых дает возможность ощутить как популярность, так и необыкновенные свойства этого камня: "астрил", "бриллианте", "даймотист", "гава гем", "джарра гем", "кения гем", "кима гем", "йоханнес гем", "кимберлит гем", "люстерлит", "миридис", "рейнбоу даймонд" ("радужный алмаз"), "рейнбоу гем" ("радужный камень"), "рейнбоу мэгик даймонд" ("радужный волшебный алмаз"), "сапфирайзед титания", "тания-стар", "тания-59", "тайрум гем", "титангем", "титания бриллианте", "титания миднайт стоун" ("полночный камень титания"), "титаниум", "титаниум рутил", "титан стоун", "заба гем". Название "радужный камень", вероятно, лучше всего соответствует рекламным описаниям этого камня! Следует отметить, что рутил - первый действительно новый Драгоценный камень в современной ювелирной промышленности.

Рутил плавится при температуре 1925 °С, и для его выращивания пригоден метод Вернейля. Первоначально в экспериментах использовалась кислородно-ацетиленовая горелка с двумя соплами, расположенными под углом 45°. Глазная трудность, с которой столкнулись специалисты, заключалась в том, что для расплавленного рутила характерна тенденция к потере кислорода, так что отношение кислорода к титану не соответствует идеальному 2:1, а может возрастать, скажем до 2,02:1. Кристаллы рутила с дефицитом кислорода не бесцветные, а черные или темно-синие, поэтому для получения прозрачных ювелирных камней их необходимо отжигать в течение нескольких часов в окислительной атмосфере при температуре 800-1200 °С. Однако даже после такой процедуры рутил не становится полностью бесцветным, а сохраняет бледный соломенно-желтый оттенок. Потери кислорода в процессе роста були можно уменьшить использованием горелки с тремя трубками, предложенной Леоном Меркером из "Нэйшнл лид индастрис" в Амбосе, Нью-Джерси. Так же как и при синтезе рубина, порошок рутила подается в поток кислорода через центральную трубку, однако вокруг нее для создания окислительной атмосферы поддерживается отдельный поток кислорода, что предотвращает тенденцию к восстановлению материала були водородом из промежуточной трубки. Наличие двух реакционных зон увеличивает завихрения пламени, содействуя расширению зоны постоянных температур. Порошок окиси титана получают нагреванием аммоний-титанового сульфата, и он должен быть столь же тонким и сыпучим, как при синтезе рубина или шпинели. Было установлено, что лучше использовать очень чувствительный к колебаниям бункер с приводом от вибратора, чем молоточек, предложенный Вернейлем. Вибрация делает поток порошка более равномерным и таким образом предотвращает периодическое охлаждение поверхности кристалла, что имеет место, когда шихта поступает порциями. Неравномерность подачи порошка ведет к появлению слоистой структуры, характерной для кристаллов, выращиваемых по методу Вернейля (сам Вернейль считал, что слоистая структура неизбежна). В отличие от первых аппаратов для плавления в пламени, в которых опускание кристаллов по мере их роста выполнялось вручную, сейчас это производится автоматически. Выполнены также и другие условия, необходимые для выращивания кристаллов хорошего качества: тщательно контролируется поток газа и выдерживается прямой ось растущего кристалла. Типичные кристаллы синтетического рутила имеют вес 20 г (100 карат).



В различных патентах описывалось получение окрашенных кристаллов рутила. Сообщалось, что при добавлении пятиокси ниобия (NbO_5) в количестве 0,05%, окиси галлия (Ga_2O_3) или окиси алюминия (Al_2O_3) в количестве от 0,005 до 0,05% образуются почти бесцветные кристаллы рутила. С другой стороны, добавки окиси хрома (Cr_2O_3) или пятиокси ванадия (V_2O_5) в количестве около 1% окрашивают кристаллы в красный цвет. Окись кобальта (CoO) придает желтый цвет при низких концентрациях (0,005-0,05%), янтарный - при концентрации 0,1% и красновато-янтарный, если концентрация увеличивается до 0,13%. Окись никеля (NiO) также дает желтую окраску при низких концентрациях, янтарную - при концентрациях 0,05-0,1% и темно-красную - при содержании 0,1-0,13%. Сообщалось, что введение в шихту окисей молибдена, вольфрама, урана или бериллия, если их концентрация не превышает 0,005%, приводит к образованию голубого рутила. Увеличивая концентрации этих добавок до 1%, можно получить камни от голубых до темно-синих цветов, а при более высоких содержаниях - сине-черные рутилы. На рисунке - горелка с тремя трубками, разработанная для выращивания рутила и титаната стронция.

Титанат стронция

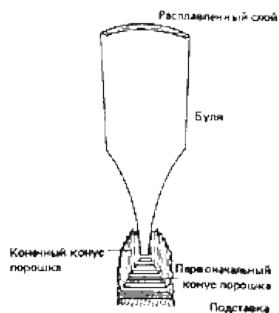
Титанат стронция получен "Нэйшнл лид индастрис" в 1953 г. Вскоре он стал широко известен как заменитель алмаза и более десятилетия оставался популярным. Показатели преломления титаната стронция и алмаза очень близки (2,41 и 2,42), а дисперсия примерно в четыре раза выше, чем у алмаза. В отличие от рутила кристаллы титаната стронция изотропны, поэтому не отмечается затуманенности тыльных граней. Как и рутил, позиции которого в значительной мере потеснил титанат стронция, последний предлагается покупателям под различными наименованиями, из которых наиболее распространены "диагем", и "фабулит". Менее известны другие названия: "баль де Фэ", "диамонтина", "динагем", "ювелит", "кеннет лейн джевел", "люстигем", "марвелит", "россиян джевел", "сорелла", "паулин тригер", "веллингтон", "зенитит".

Титанат стронция, как и рутил, хрупкий и может расколоться, если изделие из него достаточно сильно сжать. Возможность получать настоящие бесцветные кристаллы - преимущество титаната стронция в сравнении с рутилом, но слишком низкая твердость - несомненный недостаток для изготовления ограненных камней. Поскольку углы граней чрезвычайно быстро изнашиваются, драгоценные камни продаются с "головкой" из сапфира или шпинели, смонтированной на основании ("павильоне") из титаната стронция. Полученный "дублет" сочетает внешний вид титаната стронция и износостойкость более твердого камня. Этот превосходный во всех отношениях заменитель алмаза имеет только один недостаток - не найдено идеального клея для соединения двух частей дублета, а те, что используются, со временем могут приобрести какой-либо цвет. Эмпрезе де Куто из Кобе, Япония, для изготовления дублета "диамонтия" разработал метод наплавления головки на павильон.

Титанат стронция выращивают в кислородно-водородной печи Вернейля с использованием горелки с тремя трубками, такой же, какую используют при синтезе рутила. Точка плавления титаната 2050 °С, и температуру в пламени поддерживают в пределах 2110-2130 °С. Типичные скорости потоков составляют: 4 л/мин кислорода через

внутреннюю трубку, 5 л/мин через внешнюю кислородную трубку и 40 л/мин водорода. В реальных опытах по выращиванию кристаллов поток кислорода несколько меняется с целью контроля температуры пламени, а поток водорода поддерживается постоянным, но характеризуется высокой скоростью. Вместо геометрического отбора зарождающихся в конусе порошка кристаллов используют затравку, которую центрируют перемещением подставки, а затем начинают подавать порошок, увеличивая скорость потока кислорода, пока она не достигает скорости подачи водорода. После того, как диаметр були достигнет примерно 12 мм, увеличивают скорость подачи порошка, - не меняя скорости потока газов, и начинают опускать подставку.

Кристаллы растут до достижения ими веса 20 г и длины около 35 мм, затем их опускают на 5-7 мм для того, чтобы кристалл несколько охладился перед длительным остыванием внутри печи после прекращения подачи газов. Используемый для выращивания кристаллов порошок с размером частичек от 0,1 до 0,3 мкм получают нагреванием оксалата стронция и титана с хлоридом стронция при 500 °С или более высоких температурах. Кристаллы, извлеченные из печи, черные, но при отжиге в окислительной атмосфере и температуре от 1700 до 650 °С в течение 12-18 ч становятся бесцветными. Избыток окиси стронция в шихте содействует образованию совершенно бесцветных кристаллов.



На рисунке - буля титаната стронция.

Гранаты.

Гранаты, встречающиеся в природе, представляют собой сложные окислы кремния - силикаты, такие, как, например, $Mg_3Al_2Si_3O_{12}$ (пироп). Большинство хорошо известных гранатов имеют красновато-коричневую окраску, хотя они также бывают привлекательного зеленого цвета (демантоид). В природе не встречаются бесцветные гранаты потому, что, хотя идеальный пироп должен быть бесцветным, практически все гранаты содержат железо, которое придает им красный цвет.

Бесцветные искусственные гранаты можно получать, если синтез проводить без участия железа и других окрашивающих примесей. В последние годы они стали очень популярными заменителями алмаза. Можно получить кристаллы силикатных гранатов, близкие по составу к природным, однако расплавленные силикаты обладают высокой вязкостью, и поэтому при охлаждении для них характерна тенденция к образованию стекол. Это побудило исследователей найти более подходящий состав, когда при синтезе вместо кремнезема использовался алюминий, а магний замещался каким-либо трехвалентным элементом, например иттрием. Иттрий-алюминиевый гранат $Y_3Al_5O_{12}$ давно царствует как наиболее популярный синтетический камень.

Приверженцы строгих правил утверждают, что такие соединения нельзя называть гранатами, так как природные гранаты обязательно содержат кремний. Однако кристаллическая структура этих соединений и природных гранатов настолько идентична, что наименование "гранат" было принято в научных кругах и, может быть, несколько неохотно большинством геммологов.

В иттриево-железистом гранате (ИЖГ) ученых в первую очередь привлекли магнитные свойства. Железосодержащие гранаты - наиболее важные члены класса магнитных материалов, называемых ферритами, которые обладают магнитными свойствами и

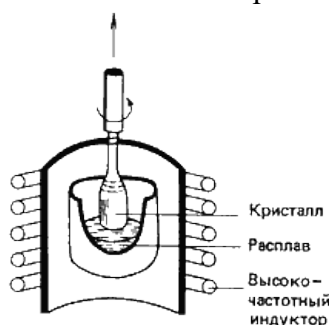
являются электрическими изоляторами. Они широко применяются в технике связи и в еще больших масштабах используются в элементах памяти компьютеров, калькуляторов и телефонных систем в виде пленок, содержащих цилиндрические магнитные домены.

С ювелирной точки зрения железосодержащие гранаты представляют небольшой интерес, потому что, хотя тонкие пленки ИЖГ имеют зеленый цвет, в целом кристаллы всегда черные.

Первые патенты на выращивание кристаллов гранатов были выданы в начале 60-х годов Джиму Нилсену и Джо Ремейке из лаборатории "Белл". Они выращивали иттриево-железистые гранаты из раствора в расплаве окиси свинца или из смеси окиси свинца с фторидом свинца или окисью бора. В это же время появился интерес к иттриево-алюминиевым гранатам (ИАГ), когда стало известно о возможности применения этого материала в лазерах. Первые кристаллы были выращены раствор-расплавным методом, но более крупные кристаллы можно получать только вытягиванием из расплава, что обеспечивает более высокие скорости роста и более экономично.

Хотя показатель преломления и дисперсия ИАГ заметно ниже, чем у алмаза, они все же достаточно близки, что делает этот гранат приемлемым заменителем алмаза. Кроме того, ИАГ прекрасно полируется. Поэтому он пользовался большим успехом, будучи первым синтетическим заменителем алмаза, внедренным в весьма консервативную торговлю драгоценностями в Лондоне. Часть этого успеха следует отнести за счет рекламной шумихи вокруг копии знаменитого грушевидного алмаза весом 69,42 карата, который Ричард Бартон подарил известной киноактрисе Элизабет Тэйлор. Этот алмаз, который обычно носят как кулон, был куплен в 1969 г. более чем за 1 млн. долларов. Страховка при ношении природного камня в течение одного вечера обходилась Тэйлор примерно в 1000 долларов, а стоимость копии составила только 3500 долларов. Не составляло труда опознать алмаз, когда его помещали рядом с копией, но только эксперт мог определить синтетический камень, если рассматривать их отдельно. Таким образом кинозвезда способствовала расширению торговли заменителями алмазов, и производители могут быть благодарны грабителям (или страховым компаниям) за содействие в распространении их продукции. Наиболее крупным поставщиком ИАГ является отделение "Эйртрон" компании "Литтон индастрис" в Моррис-Плейнс, Нью-Джерси, которое первым стало продавать свои камни в октябре 1969 г. Их торговая марка "Даймонэр" часто используется как синоним ИАГ, однако ряд других производителей, главным образом в США, также продают (или продавали) такие камни под различными торговыми наименованиями, например "даймон", "даймоник", "даймонит", "ди ИАГ", "геминэр", "Линде симулэйтэд даймонд", "ригелэйр" и "траймонд". ИАГ продаются по цене, составляющей примерно 1/20 от стоимости алмаза среднего качества. Конечно, это не значит, что кольцо с ИАГ стоит в двадцать раз дешевле, чем кольцо с алмазом, так как стоимость оправы и отделки камня в обоих случаях одинакова. Однако покупатель может предпочесть истратить свои деньги на приобретение более крупного ИАГ, чем маленького алмаза.

Кристаллы ИАГ для ювелирных целей получают главным образом методом Чохральского - вытягиванием из расплава. (см рисунок).



Затравочный кристалл, помещенный в иридиевый тигель, погружают в расплав массой около 2 кг. Его разогревают до температуры около 2000 °С (выше точки плавления) с

помощью высокочастотного генератора мощностью в Несколько киловатт. Кристалл вытягивают из расплава с постоянной скоростью, а температуру расплава регулируют таким образом, чтобы обеспечить равномерное увеличение диаметра, пока он не достигнет величины в 1,5 дюйма. В дальнейшем диаметр кристалла выдерживают постоянным. Кристаллы могут достигать в длину 1 фута. В процесс протекает в полуавтоматическом режиме, и рост диаметра кристалла контролируется датчиком перемещения. Принцип его работы основан на том, что мениск жидкости вокруг кристалла испускает более интенсивное инфракрасное излучение, чем твердое тело или плоская поверхность расплава, и любое изменение положения этого яркого кольца регистрируется инфракрасным детектором.

Один оператор может обслуживать несколько установок, так как экономическая эффективность - жизненно важный фактор, определяющий успех производства ввиду жесткой конкуренции со стороны действующих и потенциальных производителей.

Окрашивание ИАГ можно производить путем введения соответствующих добавок. Обычно лазерные кристаллы содержат редкоземельный элемент неодим, благодаря которому они приобретают приятный сиреневый цвет, сходный, но легко отличимый от цвета аметиста. Присутствие большинства других редкоземельных элементов придает камням желтые или желто-зеленые цвета, хотя камни с эрбием имеют розовый, а с празеодимом - бледно-зеленый цвет. Повышенный интерес вызывают хромсодержащие ИАГ: они имеют зеленую окраску, которая делает их наиболее привлекательными среди всех природных и синтетических зеленых самоцветов, исключая изумруд. Поскольку в природе зеленые гранаты встречаются редко, весьма вероятно, что такие синтетические зеленые камни станут очень популярными, если приобретут более широкую известность.

Гранаты, выращенные раствор-расплавным методом, часто обладают более сочной окраской, чем полученные методом вытягивания из расплава, потому что при медленных скоростях роста и низких температурах концентрация окрашивающих элементов в кристаллах становится выше. Гранаты из раствора-расплава невозможно растить со скоростью, большей чем 1 мм в сутки, тогда как при вытягивании из расплава можно достичь скоростей роста до нескольких миллиметров в час. Раствор-расплавные кристаллы могут содержать включения, которые весьма нежелательны для тех, кто растит кристаллы, но часто любимы геммологами потому, что такие камни после огранки более близки к продуктам природы!

Гадолиний-галлиевый гранат (ГГГ) - другой бесцветный гранат, который не только вызвал большой научный интерес, но и произвел сенсацию среди специалистов по драгоценным камням. В этом гранате в отличие от ИАГ вместо иттрия присутствует редкоземельный элемент гадолиний (Gd), а алюминий замещен галлием (Ga): его формула $Gd_3Ga_5O_{12}$. Научный интерес к ГГГ возник в основном в связи с тем, что его константа решетки близка к таковой иттриево-железистого граната. Константа решетки - это длина так называемой элементарной ячейки кристалла, представляющей собой наименьшую единицу кубической решетки граната, которая повторяется в трех направлениях, образуя кристалл. Исходя из этого, кристалл ГГГ используют в качестве "хозяина", на который можно нанести тонкую пленку магнитного ИЖГ. Сходство констант магнитного ИЖГ и немагнитного ГГГ является необходимым условием для получения тонких пленок хорошего качества.

Возможность использования ГГГ в качестве драгоценных камней стала очевидной, когда были измерены его оптические свойства. Показатель преломления этого граната хотя и ниже, чем у алмаза, но существенно выше, чем у ИАГ, а дисперсия (0,038) на глаз неотличима от дисперсии алмаза. Он, так же как ИАГ, хорошо полируется, и если поместить рядом эти ограненные камни, то станет ясно, что ГГГ более привлекательный камень. К сожалению, твердость его составляет только 6,5, поэтому ограненным камням трудно сохранить свою привлекательность в течение длительного периода использования. Другой недостаток ГГГ, так же как и ИАГ, заключается в способности собирать пыль, что ведет к потере блеска, поэтому они требуют более частой чистки, чем другие камни. Еще

один недостаток ГГГ - его хрупкость, плоскости его ограненных кристаллов повреждаются легче, чем у других камней.

На ранних стадиях работ производители ГГГ столкнулись с серьезной проблемой, заключающейся в способности камней изменять Цвет под действием солнечного света. Хотя можно изготовить совершенно бесцветные камни, но и они имеют склонность приобретать впоследствии коричневую окраску, обусловленную образованием Центров окраски. Об этом явлении широко не сообщалось в геммологической литературе, хотя и отмечался коричневый оттенок некоторых камней. Было установлено, что образование центров окраски связано с очень небольшими отклонениями отношения галлия к гадолинию в кристаллах от идеального значения, равного 3:5, ввиду Испарения окиси галлия. В настоящее время найдена возможность исправить этот недостаток или изменением атмосферы, в которой растут кристаллы, или введением соответствующих добавок. Кристаллы ГГГ, так же как и ИАГ, выращивают методом Чохральского и сейчас производят в нескольких лабораториях. В соответствии с установившейся практикой крупные производители в настоящее время выращивают кристаллы до 3 дюймов в диаметре, очень высокого качества для нужд электронной промышленности. Производство ГГГ значительно дороже, чем ИАГ, частично потому, что стоимость материалов шихты, окиси гадолиния и окиси галлия существенно выше, чем компонентов, используемых при изготовлении ИАГ. Окрашенные кристаллы ГГГ получают введением присадок: зеленые камни производят с добавками кобальта, а красные - марганца.

Нельзя сказать, что семейство гранатов изучено настолько, что среди них не найдется лучших заменителей алмаза, и, вероятно гранаты смогут сделать еще много предложений ювелирам. Тем не менее в настоящее время есть все признаки того, что гранаты, равно как и другие заменители алмаза, вероятнее всего, будут вытеснены относительно новым искусственным материалом для изготовления драгоценностей - кубической окисью циркония (фианит). С другой стороны, гранаты могут рассчитывать на сохранение части рынка хотя бы потому, что ИАГ, вероятно, будет значительно дешевле кубической окиси циркония.

Кубическая окись циркония (фианит)

В середине 70-х годов ИАГ становится менее популярным, что в некоторой степени связано с появлением ГГГ, хотя, как кажется, снижение популярности не зависит от появления других, даже лучших камней. Тем не менее 1976 г. стал свидетелем рождения нового прозрачного материала, которому предназначено стать выдающимся заменителем алмаза, по крайней мере в обозримом будущем.

Стабилизированная кубическая окись циркония (СКЦ или КЦ) имеет показатель преломления 2,17-2,18, т. е. близкий к алмазу (2,42). поэтому на глаз трудно различить эти два минерала. Это справедливо и в отношении ГГГ, показатель преломления которого 2,02. а вот у ИАГ он только 1,83, так что визуально довольно просто определить, что это не алмаз. Дисперсия КЦ, равная 0,06, также близка к дисперсии алмаза, и, так как такую разницу определить на глаз невозможно, требуется инструментальная проверка. Различия в показателях преломления и дисперсии маскируются путем изменения соотношения углов между гранями при огранке камня. КЦ хорошо колируется, а твердость его. близкая к твердости ИАГ, достаточна, чтобы обеспечить долгую жизнь камня даже в кольцах. Плотность его около 5,65, т. е. значительно более высокая, чем алмаза, но для того, чтобы провести такого рода проверку, необходимо извлечь камень из оправы. Если камень находится в кольце, то поскольку показатель преломления выходит за рабочие пределы употребляемых ювелирами рефрактометров, они не могут воспользоваться традиционным методом для того, чтобы отличить окись циркония от алмаза, и даже квалифицированные специалисты не застрахованы от ошибок. В некоторых кристаллах КЦ находили включения, однако в лучших высококачественных материалах их может и не быть. Наиболее надежный метод идентификации алмаза связан с тем, что алмаз чрезвычайно прозрачен для рентгеновских лучей. Если кольца с алмазом и его заменителями поместить

на фотографическую пленку и подвергнуть рентгеновскому облучению, то алмаз будет пропускать эти лучи намного лучше, чем другие камни. Вследствие этого пленка под алмазом почернеет значительно сильнее, чем под другими камнями, даже если менять время облучения в широких пределах. КЦ, как и другие заменители, значительно менее прозрачен, чем алмаз, и по отношению к ультрафиолетовому свету.

Поскольку КЦ такой хороший заменитель алмаза, читатель вправе спросить, почему же он не применялся раньше. Главная причина заключается в том, что точка плавления его выше $2000\text{ }^{\circ}\text{C}$, а такой температуры нелегко достичь в газопламенной печи. Изготовление этого материала усложняется еще и полиморфизмом окиси циркония - возможностью образования различных кристаллических структур. Чистая окись циркония (ZrO_2) при комнатной температуре имеет Моноклинную структуру, при нагревании выше $1250\text{ }^{\circ}\text{C}$ изменяет ее на Тетрагональную, при температуре около $1900\text{ }^{\circ}\text{C}$ - на гексагональную, и только выше $2300\text{ }^{\circ}\text{C}$ структура ZrO_2 становится кубической. Однако при охлаждении кубическая окись циркония снова приобретает моноклинную структуру. Для того чтобы получить кубическую окись Циркония, стабильную при комнатной температуре, необходимо ввести стабилизирующие компоненты, такие, как окиси магния (MgO), иттрия (Y_2O_3) или кальция (CaO). Химическая формула одного из типичных материалов - $\text{ZrO}_2 \cdot 0.158 \text{ Y}_2\text{O}_3$ - Дефицит кислорода в сравнении с ZrO_2 делает КЦ при высоких температурах достаточно хорошим проводником электричества.



Ранее была известна так называемая стабилизированная циркониевая керамика, которая использовалась в различных высокотемпературных конструкциях. Этот керамический материал белый и непрозрачный. Для использования КЦ в качестве драгоценного камня требовалось выращивать монокристаллы, а это несравненно труднее, чем изготавливать керамический материал. Выращивание крупных кристаллов кубической окиси циркония стало возможным только с введением новой методики, называемой прямым высокочастотным плавлением в холодном контейнере.

Этот метод выращивания кристаллов из расплава был разработан в 1973 г. В.В. Осико, В.И. Александровым и их сотрудниками в Физическом институте им. Лебедева в Москве. Сущность метода заключается в следующем: шихта помещается в тигель, температура которого с помощью потока воды проходящей через трубки, поддерживается на уровне комнатной. Высокочастотный генератор подает энергию к порошку окиси циркония, достаточную для того, чтобы расплавить центральную его часть, тогда как внешняя часть остается холодной и, следовательно, твердой. Расплавленная окись циркония окружена поэтому коркой порошка того же самого материала. Это очень важно для выращивания кристаллов КЦ, поскольку из-за высокой точки его плавления трудно подобрать тигель: он будет либо реагировать с расплавом, либо плавиться.

Тигель (или холодный контейнер) должен быть сконструирован так, чтобы высокочастотное излучение проникало в окись циркония, а сама конструкция оставалась холодной. В тигле дно закрытое, а стенки изготовлены из параллельных медных трубок, внутри которых циркулирует вода.

Передача энергии от высокочастотного генератора к окиси циркония осуществляется с помощью индуктора, окружающего тигель. Энергия передается эффективно в том случае, если материалы электропроводны. Такими свойствами окись циркония обладает только при высоких температурах. Для того чтобы сделать шихту электропроводной, при низких температурах к ней добавляют некоторое количество металлического циркония, который окисляется при разогреве образца за счет реакции с кислородом воздуха и увеличивает до необходимого количества содержание окиси циркония в шихте. Последняя содержит также CaO или Y_2O_3 , стабилизирующие кубическую кристаллическую структуру.

Подача энергии к образцу продолжается до тех пор, пока шихта полностью не расплавится, за исключением тонкой оболочки вблизи контакта с холодным тиглем. Для того чтобы кристаллы росли, мощность высокочастотного нагревателя медленно снижают. Затвердевание начинается снизу, хотя в начальные стадии образуется твердая корка и в верхней части расплава. После охлаждения расплава до комнатной температуры из затвердевшей массы можно выделить столбчатые кристаллы до 2 см в диаметре и такой же высоты. Можно получить кристаллы желтого, красного, сиреневого, коричневого и, вероятно, других цветов, но все же наиболее популярны бесцветные - похожие на алмаз кристаллы со слегка желтоватым оттенком.

В настоящее время КЦ производится физическим институтом им. Лебедева и с 1976 г. продается под названием "фианит".

КАКОЙ ЖЕ ЗАМЕНИТЕЛЬ АЛМАЗА ЛУЧШИЙ?

Ни один драгоценный камень не может конкурировать с алмазом по твердости, но существует много синтетических кристаллов, близких или даже превосходящих его по оптическим свойствам. Рутил и титанат бария имеют высокий показатель преломления, причем у первого он даже выше, чем у алмаза, но блеск рутила сводится на нет его желтой окраской. Оба этих камня обладают очень высокой дисперсией, у рутила она слишком высока, что делает его очень сверкающим. Титанат стронция имеет более низкий показатель преломления, а его дисперсия, которая все же достаточно высока, чтобы камни имели привлекательный вид, существенно ниже, чем у рутила. Дополнительным преимуществом титаната стронция перед рутилом и титанатом бария является то, что он оптически изотропен, и это усиливает эффект ограненного камня, если смотреть сквозь него. Титанат стронция был бы серьезным конкурентом алмазу, но для этого у него слишком низкий показатель преломления, не говоря о твердости. Действительно, он слишком мягкий для того, чтобы его постоянно носить в кольцах или даже в других украшениях, где истирание меньше.

Сапфир и шпинель слишком тусклые. Кажется, что наибольшую роль в торговле заменителями алмаза в качестве драгоценных камней играет кубическая окись циркония. Из числа давно употребляющихся синтетических камней позиции титаната стронция в торговле камнями наиболее стабильны, и он будет еще более популярным, если успешно решить проблему его твердости. Это возможно при использовании твердого покрытия, которое должно прочно соединяться с титанатом и не влиять на его блеск. Уже есть по крайней мере один патент, описывающий способ покрытия мягких драгоценных камней слоем корунда. Напыление осуществляется при 500°C из газовой фазы, богатой алюминием и кислородом, с последующим отжигом при $900-1000^\circ\text{C}$. Если такой процесс будет реализован в полной мере, это приведет к установлению умеренных цен на широко известные прозрачные драгоценные камни. Однако представляется маловероятным, что твердое кристаллическое покрытие будет прочно удерживаться на всех гранях без трещин и видимых дефектов. Практически высококачественное покрытие возможно только тогда, когда существует хорошее соответствие между атомами покрытия и обрабатываемого кристалла. Отсутствие камней с покрытием на ювелирном рынке является доказательством того, что успех в этом деле, по крайней мере для титаната стронция, еще не достигнут. Тем не менее, в настоящее время дублет с базой из титаната стронция и головкой из корунда (сапфира) - один из наиболее привлекательных искусственных

заменителей алмаза, единственный недостаток которого заключается в неопределенности влияния длительного воздействия света на склеивающее вещество.

Таким образом, в настоящее время дублером алмаза, несомненно, может являться лишь кубическая окись циркония, которая хорошо заменяет его во всех отношениях, кроме твердости. Вообще у кубической окиси циркония только один большой недостаток - высокая точка плавления, делающая трудным выращивание кристаллов.

Поскольку крупные алмазы хорошего качества встречаются все реже, его заменители должны стать более популярными, чем в прошедшие времена.

Семейство кремнезема: кварц и опал

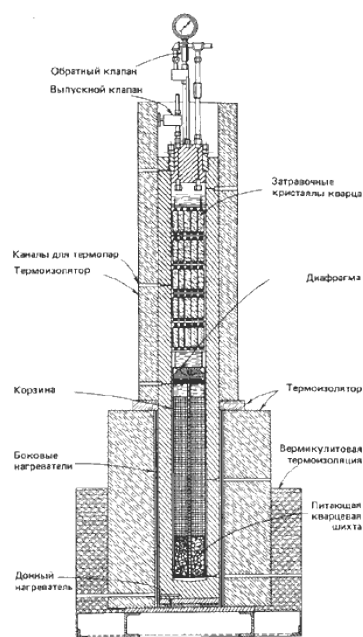
Семейство кремнезема включает в себя удивительно разнообразные драгоценные камни. Кроме бесцветных минералов, называемых горным хрусталем, в него входят фиолетовый аметист, желтый или коричневый цитрин, дымчатый кварц, розовый кварц и коричневая разновидность кварца с включениями асбеста - тигровый глаз. Все эти разновидности кварца представляют собой кристаллическую форму кремнезема, или двуокиси кремния (SiO_2), с различными типами примесей, определяющими характер окраски. Хотя слово "кварц" относится только к монокристалльным формам, кремнезем также встречается в виде агрегатов микрокристаллов. В отличие от прозрачных кристаллов такие материалы полупрозрачные. В число последних входит ряд недорогих камней, таких, как агат, сердолик, гелиотроп, моховой агат и оникс, которые популярны среди гранильщиков-любителей. Однако наиболее высокоценный и захватывающий воображение драгоценный камень семейства кремнезема-благородный опал, который по праву включен в короткий список наиболее дорогих камней, поскольку цены на него сопоставимы с ценами на алмаз или рубин. История синтеза опала - одна из наиболее интересных в развитии производства драгоценных камней.

Кварц

Кварц привлек к себе особое внимание во время второй мировой войны. Кристаллы кварца обладают пьезоэлектрическим свойством, означающим, что они могут вибрировать при приложении переменного электрического поля, причем вибрация характеризуется постоянной частотой, зависящей от размера изделия.

Специалисты по выращиванию кристаллов нашли превосходный метод получения крупных и довольно совершенных кристаллов кварца правильно восприняв намек природы. Если к воде добавить щелочи то при температуре около 400 °C растворимость кварца становится довольно высокой.

Обычно кварц выращивают методом с использованием температурного градиента, когда затравочные пластины, вырезанные из кристаллов, расположены в верхней холодной части раствора, а мелкие частицы кварцевой "пищи" - в нижней горячей секции. Обычно в той части, где расположены затравки, температура 360 °C, а в питающей области - 400 °C. Количество раствора тщательно регулируется с тем, чтобы при температуре и давлении, необходимых для выращивания кристаллов, он полностью заполнял полость сосуда. При высокой температуре мелкие частицы кварца растворяются и конвективными потоками кремнезем переносится в область, где растут кристаллы. Затравочные пластины вырезаются перпендикулярно оси третьего порядка кристалла кварца, вдоль которой скорость роста наибольшая. Кристаллы могут расти со скоростью около 1 мм/сут. В конечном итоге кристалл увенчивается двойной пирамидой, однако выращивание заканчивают раньше, поскольку габитусные грани пирамиды растут очень медленно. Когда рост прекращают, поверхность кристалла имеет характерный вид булыжной мостовой, что делает возможным легко узнавать такие кристаллы до их огранки. Неровная поверхность кристалла связана с дефектами внутренней структуры кристалла, что позволяет идентифицировать синтетические кристаллы кварца даже после огранки, правда для уверенного обнаружения этих дефектов структуры могут понадобиться довольно сложные приборы.



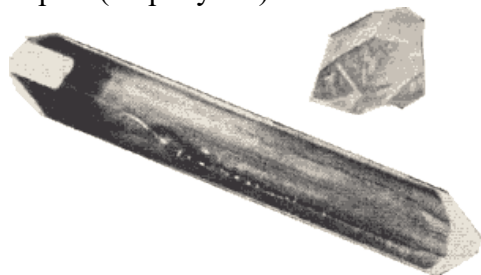
Автоклав, используемый для гидротермального выращивания кварца.

Сосуд высокого давления, используемый для гидротермального выращивания кварца, изготавливают из прочных стальных сплавов, так как он должен выдерживать давления примерно от 1000 до 2000 атм при температуре 400 °С. Он также должен быть стойким к химическому воздействию раствора и может быть футерован благородными металлами, такими, как золото, серебро или платина. Сосуды высокого давления, называемые автоклавами, могут иметь внутренний диаметр до 30 см или более, и в них в настоящее время выращивают кристаллы весом более десятка килограммов, необходимые для промышленных целей.

Только в редких случаях кристаллы синтетического кварца используют в качестве драгоценных камней, так как природный горный хрусталь сравнительно недорог.

Вплоть до последнего десятилетия производство окрашенных кристаллов кварца испытывало трудности, связанные с тем, что соли многих металлов нерастворимы в щелочных растворах, а растущие кристаллы характеризуются сильной тенденцией "отторгать" примеси, которые поэтому в течение процесса роста остаются в растворе. Железо входит в состав кристаллов, когда для растворения кварца вместо натриевых в воде растворяют калийсодержащие соединения. В этом случае кварц приобретает зеленую или коричневую окраску. Эти цвета не особенно привлекательны, и их нельзя изменить на более желательный фиолетовый цвет аметиста.

Маловероятно, что торговля окрашенными кристаллами кварца достигнет значительных объемов в связи с низкими ценами на аналогичные естественные камни. Прекрасные цитрины, аметисты и другие разновидности кварца можно приобрести в виде ограненных и отполированных камней менее чем за 2 доллара. В то же время цветные разновидности синтетического кварца привлекают гранильщиков, так как из них можно делать изделия очень приятного вида. В настоящее время охотно используется только голубая или синезеленая синтетические разновидности кварца, производимые в бывшем Советском Союзе, которые продаются (по цене около 10 центов за карат) в виде образцов весом 100-150 карат. (на рисунке).



Опал

Опалы отличаются от большинства разновидностей кварца двумя особенностями: они некристаллические и характеризуются существенной концентрацией воды, химически связанной с кремнеземом. Выделяются четыре типа благородного опала, среди них наиболее высоко ценится черный опал, который обычно имеет очень темный синий цвет со "вспышками" многих других цветов. Сходный цветовой эффект наблюдается и в белом опале, но фон в нем молочно-белый или бледных расцветок. Для водного опала характерен бесцветный, "водяно-белый" фон. Окрашенный в оранжево-красные тона огненный опал прозрачный и отличается от других разновидностей тем, что ему не свойственна игра цветов. Тем не менее в структурном отношении он сходен с другими типами опалов, а не представляет собой монокристалл или микрокристаллическую форму кремнезема, как агат.

Примерно десять лет назад господствовало мнение о невозможности синтеза опала. Считалось, что для образования природных опалов требуется длительное время, может быть до 100000 лет, и, казалось, нет путей ускорить этот процесс до такой степени, чтобы он был приемлем для лаборатории или завода. В настоящее время синтез опала сделался возможным только благодаря интенсивным научным исследованиям структуры и свойств естественных минералов. Наибольший интерес к этому вопросу был проявлен в Австралии, где известны самые крупные в мире месторождения опала.

Сначала удалось объяснить происхождение необычных и ярких цветов, наблюдаемых у наиболее красивых разновидностей опала. Обычно цвета опала чистые; это означает, что длина волны света, отраженного от небольших участков камня, занимает только очень узкий интервал спектра. В этом смысле они скорее соответствуют цветам радуги, чем цветам окрашенной поверхности или других драгоценных камней, которые представляют собой смесь лучей света с различной длиной волны. Цвет опала может меняться от ярко-желтого и желто-зеленого, зеленого, оранжевого и красного до синего и фиолетового.

Окраска опалов связана с наличием небольших зерен минерала диаметром от менее одного до нескольких миллиметров (фотографии под микроскопом на рисунках). Каждое зерно имеет свой характерный цвет, который может быть тем же самым, что и цвет соседнего зерна, но чаще отличается. Хорошо известно, что по внешнему виду любые два опала чрезвычайно непохожи друг на друга, и их различие может быть результатом как характера распределения зерен различного размера, так и цвета зерен.



Еще большее значение имеет то, что цвет каждого зерна меняется, когда опал поворачивают так, что свет отражается под различными углами. Таким изменением цвета частично обусловлен очаровательный облик опалов, но это также важный ключ к поиску причин образования их окраски.

До недавнего времени цвет опалов приписывали эффекту интерференции, как это наблюдается в мыльной или масляной пленке, плавающей на поверхности воды. В этих случаях цвета возникают потому, что лучи света отражаются как от нижней, так и от верхней поверхности пленки. Интерференция приводит к тому, что при некоторой разности хода этих двух отраженных лучей свет усиливается для одних длин волн и ослабляется для других. Удаление определенной длины волны из спектра белого света вызывает появление так называемого дополнительного цвета. Таким образом, тонкие пленки обладают цветом, который зависит от их толщины и угла, под которым свет отражается. Относительно опала было высказано предположение, что он состоит из

мелких сфер кремнезема, которые образуют пленки внутри тела аморфного (стеклообразного) гидратированного кремнезема.

Детальное изучение структуры благородного опала показало что, благородный опал состоит из прозрачных сферических частичек аморфного кремнезема примерно одинакового размера, которые плотно упакованы в правильном порядке. Сферы (шарики) контактируют между собой, а промежутки между ними заполнены воздухом, водяным паром или водой. В благородных опалах диаметр сфер колеблется в пределах от 0,15 до 0,3 мкм, и только такого размера сферы могут давать дифракционные цвета в широком интервале спектра. Опалы, которые образованы сферами кремнезема большего или меньшего размера и сферами, размеры которых колеблются в широком интервале или плохо оформившимися, не способны давать цветовой дифракционный эффект и классифицируются как "обычные" в отличие от благородных разновидностей. В огненных опалах, известных главным образом в Мексике, пространство между сферическими частичками заполнено веществом, имеющим те же оптические характеристики, и поэтому дифракция в них не проявляется. В других типах опалов неправильное расположение пустот между сферами обуславливает их молочно-белый цвет с характерной опалесценцией. Прекрасные черные опалы характеризуются чрезвычайно строгим расположением шариков кремнезема, содержащих, кроме того, примеси железа и титана, которые способствуют поглощению света, и поэтому камни имеют черный цвет.

Детальное объяснение образования таких камней в природе в значительной мере умозрительно, однако ученые из Австралии - П. Дарра, А. Гаскин и Дж. Сандерс предложили общую теорию образования благородного опала. Электронно-микроскопическое изучение показало, что сферические частички опала образованы концентрическими оболочками, сложенными из еще более мелких частичек кремнезема размером 0,02-0,05 мкм. Эти мельчайшие частички возникают при медленном испарении воды и увеличении концентрации кремнезема в гидротермальном растворе. Образование благородного опала можно представить как процесс, при котором сферы кремнезема одинакового размера располагаются в правильной последовательности, часто соответствующей гексагональной симметрии, тогда как сферы другого диаметра отторгаются, когда опал становится крупнее. Такое отторжение отличающихся по размеру Шариков, вероятно, требует медленных скоростей роста, так что в областях, где образуется благородный опал, испарение воды из кремнеземсодержащего раствора должно происходить с наименьшей скоростью. Точно еще не известно, какие условия в земной коре содействуют образованию опала, а в каких образуется кристаллический кварц или аморфный кремнезем. Однако мы можем предположить, что обстановка, при которой может сформироваться большое число шариков кремнезема одинакового диаметра, необходимых для образования благородного опала, и тем более оптимальные условия, способствующие правильной упаковке этих шариков и образованию благородных разновидностей опала, весьма редки.

Таким образом, опалы в природе образуются в условиях, когда возникают маленькие шарики кремнезема, но они не разрастаются до больших размеров. Необходимо, чтобы раствор чистого кремнезема оставался в полостях внутри породы, а испарение воды происходило медленно, вероятно в течение нескольких тысяч лет.

Постепенное накопление знаний о структуре опала и развитие теории о его образовании в природе сделали реальным синтез в лаборатории этого "невозможного" минерала. Методика приготовления мелких сферических частиц строго выдержанного размера уже была известна. В этом отношении человек имеет некоторое преимущество перед природой, так как природные растворы кремнезема вследствие колебаний температуры в процессе осаждения образуют частицы, размеры которых колеблются в широких пределах.

Патент на изготовление драгоценного опала был выдан в 1964 г. австралийцам А. Гаскину и П. Дарре. Первая стадия процесса синтеза включала в себя приготовление шариков кремнезема требуемого размера. Раствор натриевого силиката деионизировался

нагреванием с ионообменными смолами при температуре 100°C в течение от 30 до 100 ч. Этот процесс содействует осаждению коллоидного кремнезема, который затем образует шарики размеров, характерных для благородного опала. Более крупные шарики, которые могут сформироваться в это время, периодически удаляются путем перемешивания жидкости и использования центрифуги. Полученную суспензию выдерживают в высоком цилиндре в течение нескольких недель для осаждения частиц. После того как шарики распределятся по слоям и наиболее крупные частички опустятся на дно, с помощью пипетки извлекают слой, содержащий шарики нужного диаметра, без нарушения выше и ниже лежащих слоев.

Приготовленные таким образом шарики представляют собой гидратированный кремнезем, но содержание в них молекул воды, связанной с кремнеземом, по сравнению с опалом слишком высокое. Поэтому шарики должны быть частично дегидратированы продолжительным нагреванием при температуре 100°C или, если нужно, чтобы процесс протекал быстрее, при 600°C. Такая обработка содействует скреплению частиц друг с другом. В патенте также упоминается использование клеящего вещества, такого, как полиметилвый метакрилат. В получающемся твердом веществе он заполняет, но не полностью воздушные поры.

Примерно в то же время, когда появились ранние работы австралийцев, Р. Айлер и Г. Сире из компании "Дюпон де Немюр" в Уилмингтоне, штат Делавэр, США, получили частички кремнезема диаметром 0,1 мкм и в промежуточном слое между плотным белым слоем с большой концентрацией шариков на дне, и разбавленным слоем в верхней части наблюдали восхитительные цвета. Они сообщили, что при добавлении к раствору соляной кислоты образуются твердые частички, спектр цветов которых изменяется от красного, оранжевого, желтого и зеленого до синего и фиолетового. Вероятно, это первое сообщение о лабораторном воспроизведении игры цветов, характерной для опала. Шарики кремнезема осаждали с тем, чтобы получить "конгломерат", который затем отжигали при 900°C. в результате чего шарики скреплялись друг с другом, образуя жесткое, твердое тело. В полученном материале наблюдались цветовые эффекты, но только тогда, когда он пропитывался жидкостью, такой, как вода или бутиловый спирт.

В последующих исследованиях в Австралии довольно медленный процесс с использованием натриевого силиката был заменен методом с применением органических соединений кремния, главным образом тетраэтилортосиликата, из которого приготавливают суспензию в смеси воды и спирта. При добавлении аммиака к предварительно перемешанному (взбалтыванием) раствору в результате химической реакции образуются шарики кремнезема одинакового диаметра. Наиболее трудная задача - найти способ уплотнить шарики для того, чтобы уменьшить объем пустот между ними и таким образом улучшить прозрачность. Пропитка пластиком приводит к неравномерной усадке шариков при его затвердевании, поэтому применение таких веществ нежелательно, так как образующийся материал следует считать имитацией, а не синтетическим опалом. Едва ли можно полагать, что природный материал содержит пластик! Поэтому предпочтительнее уплотнять шарики нагреванием при температурах между 500 и 800°C. Кристаллический кремнезем образуется при температурах выше 800°C, а опалы хорошей прочности и твердости получают нагреванием при более низких температурах.

В 1971-1972 гг. появились первые сообщения об опалах, изготовленных Пьером Жильсоном во Франции. На разработку процесса ушло четыре года интенсивных исследований. До сих пор точно не известен метод получения этих драгоценных камней, но, вероятно, для получения шариков кремнезема используется тетраэтилортосиликат или сходный материал. Сообщалось, что только 5-6% исходного материала расходуется для производства опала, возможно, потому, что процент выхода шариков необходимого размера лежит в этих пределах. Для полного завершения процесса синтеза опала требуется год. Получают как черные, так и белые опалы, и эти очень привлекательные камни близки к природным разновидностям. Опалы Жильсона поступили в продажу в

конце 1973 г. и до сих пор остаются единственными действительно синтетическими опалами, выпускаемыми в коммерческих масштабах.

Ювелиры чрезвычайно активно пытаются определить характерные особенности опалов Жильсона и разработать критерии, с помощью которых их можно отличать от природных камней. В одном из обстоятельных сообщений указывалось, что для белого опала характерна столбчатая структура, если смотреть на него сбоку, а в проходящем свете он имеет розоватый цвет, напоминающий цвет буйволового кожи с светло-розовыми, зеленовато-синими и желтыми пятнами. Говорят, что при наблюдении в микроскоп промежутки между зернами имеют вид сухих листьев, а текстура черного и белого опалов сходна с кожей ящерицы или рыбьей чешуей. Многие опалы Жильсона обнаруживают пористость и становятся прозрачными при погружении в хлороформ. Казалось бы, что определение пористости может служить одним из наиболее надежных критериев различия искусственных и естественных опалов, однако некоторые природные опалы также могут иметь высокую пористость и впитывать жидкость.

Особый интерес вызвало сообщение об опалах Жильсона австралийских исследователей, которые первыми объяснили структуру благородного опала. Они отмечали, что окраска проявляется в участках, связанных со столбиками, имеющими в диаметре примерно 1 мм, которые, очевидно, образовались в стадию осаждения шариков кремнезема. Однако такая столбчатость может быть нарушена случайными незначительными изменениями процесса осаждения и поэтому не во всех случаях может служить отличительным признаком синтетических опалов.

Эффект "кожи ящерицы", упоминавшийся выше, представляет собой субструктуру столбчатых зерен, которую можно наблюдать только под микроскопом, тогда как сами зерна видны невооруженным глазом. Этот эффект может, вероятно, исчезнуть при небольших изменениях технологии.

Когда для изучения камней Жильсона стали использовать электронный микроскоп, то обнаружилось, что они обладают той же микроструктурой, что и природные опалы, т. е. строгой последовательностью упаковки мелких шариков кремнезема. Однако мелкие шарики опалов Жильсона не сложены из еще более мелких сфер, что характерно для естественных опалов. К тому же опалы Жильсона содержат цементирующий материал, заполняющий полости между шариками. Нельзя ожидать, что такая микроструктура будет обладать высокой пористостью, и действительно, не все синтетические камни пористые.

История и технология получения Александрита

Александрит представляет собой разновидность минерала хризоберилла, двойной окиси бериллия и алюминия, химическая формула которого BeAl_2O_4 . Следовательно, хризоберилл родствен бериллу ($\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_8$) и особенно шпинели (MgAlO_4). Хотя он кристаллизуется в ромбической сингонии, а не в кубической, как шпинель. Твердость хризоберилла 8,5, поэтому он является одним из самых твердых минералов. Наиболее обычный цвет хризоберилла - зеленовато-желтый - обусловлен примесями железа. Хризоберилл был популярен в конце XIX и начала XX столетий. Александрит - наиболее редкая разновидность этого минерала, для которой характерно замещение некоторого количества алюминия хромом. Его месторождения известны в Бирме, Шри Ланке и, наиболее значительные, на Урале в Советском Союзе. Минерал получил название от имени русского царя Александра II, в день рождения которого он был открыт в 1830 г.

Необычное явление изменения цвета, известное как александритовый эффект, до сих пор полностью не объяснено. При дневном освещении александрит обычно имеет серо-зеленый или даже насыщенный зеленый цвет, что зависит от содержания хрома, которое различно у минералов из разных месторождений. Зеленый цвет может иметь слабый красноватый оттенок в зависимости от того, как на камень падает свет. Однако если александрит поместить под искусственный свет, особенно идущий от флуоресцентной лампы, камень кажется красным. Иногда изменение цвета можно наблюдать и при вращении камня, когда свет проходит сквозь него в различных направлениях.

Александритовый эффект связан с необычной ролью, которую играют ионы хрома в кристаллической решетке минерала. Александрит - двупреломляющий минерал, и изменение цвета, которое иногда наблюдается по мере вращения камня, можно понять лучше, если принять во внимание различные спектры поглощения вдоль различных осей кристалла. Этот минерал, как говорилось выше, кристаллизуется в ромбической сингонии, а это значит, что атомы образуют прямоугольную решетку, в которой каждая сторона элементарной ячейки имеет разную длину. Синий свет интенсивно поглощается, когда он проходит сквозь кристалл во всех направлениях, но вдоль так называемой оси а кристалла поглощается только этот свет; следовательно, если александрит наблюдать со светом, проходящим в этом направлении, то виден дополнительный цвет, а именно желтый. Вдоль оси b существует дополнительная широкая область поглощения, охватывающая красный и желтый диапазоны, так что проходящий, т.е. видимым наблюдателем, свет - зеленый. Желтый свет также поглощается, когда проходит вдоль оси с, так что в этом направлении кристалл пропускает свет с длиной волны, соответствующей как красному, так и зеленому цвету, с частым преобладанием красного. Свет после прохождения через александрит обычно имеет различные длины волн и образуется из пучков лучей, которые пересекают кристалл в различных направлениях относительно осей а, b, с.

Человеческий глаз соединяет эти различные составляющие и складывает их в единый сигнал, который посылается в мозг, поэтому александрит кажется окрашенным в один цвет. Если этот минерал вращать или менять условия его освещения, то при этом будут меняться длины волн света, достигающего глаза, и даже небольшие изменения могут быть достаточными, чтобы повлиять на наблюдаемый цвет камня. Иногда эти изменения длин волн составляющих света настолько малы, что часто не улавливаются спектрометром, который измеряет интенсивность света определенной длины волны, а не усредненный полный свет. Таким образом воспринимаемое наблюдателем изменение цвета александрита связано с природой зрительной системы человека больше, чем с резкими изменениями самого объекта. Однако относительная интенсивность красной или зеленой составляющей достигающего глаза света зависит от характера освещения. Искусственный свет более богат длинными волнами, так что красный свет становится преобладающим. В дневном свете преобладают длины волн, соответствующие зеленому и желтому свету, к которым глаз более чувствителен, поэтому в этих условиях александрит имеет зеленый цвет.

Предпринимались попытки понять главные причины сложного спектра поглощения александрита. Предполагалось, что ионы трехвалентного хрома локализуются в двух различных кристаллографических позициях, причем в одной больше, чем в другой. Александритовый эффект наблюдается и у других драгоценных камней, включая синтетические, которые выращивались как заменители александрита.

Поскольку добыча природного александрита в течение ряда лет была невелика, не было неожиданным, что в продаже появились синтетические камни. Продавалась разновидность корунда с добавками ванадия, для которой также характерно эффектное изменение цвета. но от пурпурно-синего до розового, а не от зеленого до красного. При искусственном освещении розовый цвет преобладает и усиливается, тогда как на дневном свету сильнее проявляются пурпурные оттенки. Синтетические камни, подобные этим, не продавались в промышленно развитых странах, но нашли свой рынок в юго-восточной Азии. Многим путешественникам только тогда становилась ясной их ценность, когда они узнавали, что купленные "по дешевке" в Шри Ланке или Таиланде александриты или рубины были произведены фабрикой в Швейцарии, а не матушкой-природой!

Кроме корунда также выращивалась разновидность шпинели, для которой характерно изменение цвета от зеленого до серого.

Кристаллы хризоберилла и александрита выращивались из раствора в расплаве Е. Фарреллом и Дж. Фангом в Массачусетском технологическом институте. Кристаллы получали при медленном охлаждении раствора в литий-молибдатовом плавне, но их величина была не более 3 мм и они не отличались хорошей кристаллографической

Формой. Четыре года спустя В. Боннер и Л. Ван-Эйтерт из лаборатории "Белл", используя очень медленную скорость охлаждения ($0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ в час), вырастили кристаллы размером до 4,4 см в поперечнике из Ложного плавня, состоящего из окиси свинца, фторида свинца, Кремнезема и окиси бора. Можно ожидать, что такие медленные скорости роста должны привести к образованию небольшого количества, но зато более крупных кристаллов, содержащих к тому же меньше включений.

Сообщалось, что александрит был также выращен методом Вернейля, т. е. плавлением в пламени, однако не приводилось описания качества и вида кристаллов, полученных этим методом. Кристаллы можно синтезировать и методом вытягивания из расплава, но сравнение полученных камней с природными неутешительно, и очевидно, что у синтетических кристаллов, выращенных из раствора в расплаве, пока еще конкурентов нет.

В настоящее время кристаллы александрита для коммерческих целей производятся фирмой "Криэтив кристалз" в Дэнвилле (Калифорния) и продаются по цене примерно от 300 до 500 долларов за карат. Это высокая цена для синтетических камней, и она свидетельствует о редкости природных кристаллов хорошего качества. Лучшие александриты из месторождений бывшего Советского Союза могут продаваться по цене от 6000 до 20000 долларов за карат. Синтетические александриты появились в продаже в 1972 г., и, как сообщалось, они более похожи на природные русские александриты, чем на этот же камень из Шри Ланки.

Основатели фирмы "Криэтив кристалз" Карл Клайн и Дэвид Паттерсон зарегистрировали патент на получение синтетического александрита, сделав тем самым необычный шаг. Ранее такие известные производители драгоценных камней, как К. Чэтем и П. Жильсон, никогда не патентовали свои процессы, больше полагаясь на секретность и свое умение получать превосходные кристаллы. Стоимость патента в области производства синтетических драгоценных камней зависит главным образом от того, насколько он может быть претворен в жизнь.

В патенте фирмы "Криэтив кристалз" сообщается, что для успешных экспериментов необходимо определить оптимальные концентрации хрома, который нужно добавлять к хризобериллу для получения лучшего цвета. Установлено, что необходимо добавлять не только хром, но и железо, причем отношение железа к хрому подбирается в соответствии с размером получаемого камня.

Обычный метод производства александрита, описанный в патенте, включает в себя медленное охлаждение раствора BeO и Al_2O_3 в плавне $\text{Li}_2\text{O} + \text{MoO}_3$ от $1200\text{ }^{\circ}\text{C}$ со скоростью $1\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{ч}$. Окись бериллия и глинозем составляют около 4% массы расплава, а окись железа (Fe_2O_3) и окись хрома (Cr_2O_3) - около 1%. Фактически содержание железа варьирует от 0,7 до 2,8%, а хрома - от 0,001 до 0,5%. В качестве затравочных кристаллов используются природные или синтетические хризобериллы, которые помещают в платиновую рамку и опускают в расплав перед началом охлаждения. Используют 236 затравок, размещая их в два горизонтальных ряда по 118 штук. Рост продолжается от 7 до 9 недель, затем кристаллы разрезаются для отделения александрита от затравки. В патенте также упоминается о выращивании кристаллов методом вытягивания из расплава. Этим способом получены кристаллы весом до 400 карат, длиной до 7,5 см и размером в поперечнике около 2 см, однако кристаллы, выращенные из раствора в расплаве, - наиболее привлекательные синтетические александриты.

Д. Паттерсон, президент фирмы "Криэтив кристалз", пытался выявить различия между дешевыми синтетическими камнями, которые производятся плавлением в пламени, и камнями, выращенными из раствора в расплаве, назвав последние "сотворенными" (created) - название, которое сообщество ювелиров хотело бы исключить! Кроме цвета - свойства, которое делает раствор-расплавные кристаллы более близкими к природным камням, характерным для них является и наличие включений растворителя. Камни, получаемые фирмой "Криэтив кристалз", содержат сноподобные скопления пузырьков растворителя и некоторое количество включений плавня и треугольных частичек металла.

Цены на александриты, полученные из раствора в расплаве, такие, что этот камень обычно вставляется в дорогие оправы и наиболее эффектен в окружении алмазов. Если александрит останется модным камнем, мы вскоре можем достичь ситуации, когда производство искусственных камней превысит добычу природных.

"Энциклопедия Технологий и Методик" Патлах В.В. 1993-2007 гг.

Искусственный камень из гипса.

Гипс и применение гипса в современном строительстве, это производство лепнины и декоративного искусственного гипсового камня, а также возможность производства очень широкого ассортимента продукции из гипса. Что такое гипс и где его можно применить. Гипс это уникальный живой природный чистый материал. Гипс или гипсовое вяжущее получают в результате термической обработки природного гипсового камня и последующего измельчения продукта обжига. Полученный гипсовый обожженный камень перемалывают до весьма тонкого порошка. При просеивании через сито с отверстиями размером 0,2 мм остаток на сите в процентах от взятого количества гипса должен быть: при грубом помоле 23, при среднем 14, при тонком 2. В зависимости от помола гипс подразделяется на группы: I — грубый помол, II — средний и III — тонкий. По срокам схватывания гипсовые вяжущие делятся на: А это быстро схватывающиеся (начало схватывания не ранее 2 мин, конец схватывания не позднее 15 мин с момента за творения водой); Б нормально схватывающийся (начало схватывания не ранее 6 мин, конец — не позднее 30 мин); В — медленно схватывающийся (начало схватывания не ранее 20 мин, конец схватывания не нормируется). Предел прочности гипса определяется 12 марками на сжатие. Гипс — это экологически чистый и безопасный сухой порошок не имеющий вкуса и запаха. При смешивании с водой в определенной пропорции возвращается в свое первоначальное состояние камня. Применяя новейшие технологии из гипса можно творить чудеса. Имея готовые идеи, технологии, оборудование для малого и домашнего бизнеса для производства искусственного камня из гипса и гипсовой лепнины, а также технологию окраски гипсового камня, Вы можете производить самостоятельно удивительные неповторимые изделия из гипса. Технологии изготовления искусственного камня из гипса для домашнего производства в рамках малого или домашнего бизнеса.

Гипс в отличие от керамики, это живой и экологически чистый материал из которого можно изготавливать практически любую отделочную и архитектурную продукцию и не имеет запаха и вредных веществ. Производство и использование гипсовых изделий не оказывает вредного влияния на окружающую среду. Таким образом, при использовании гипса обеспечивается экологическая чистота, благоприятный для человека микроклимат в помещении. Гипс ценят за прочность, архитектурную выразительность, высокие теплотехнические, звукоизоляционные свойства, так как гипс является еще и хорошим утеплителем для помещений. Гипсовая облицовочная декоративная плитка и искусственный камень, не требует обжига, как керамическая, высыхая при естественной температуре.

Изделия на основе гипса обладают способностью дышать, поэтому они могут выполнять функцию кондиционера и поглощать избыточную влагу и выделять ее в окружающую среду при ее недостатке. Изысканность и красота вместе с исключительной прочностью, долговечностью и экологичностью позволяют искусственному камню а также изделиям архитектуры и лепнины из гипсополимера быть идеальным материалом для использования как для внутренней так и для наружной отделки и в абсолютно разных по стилю и функциональности.

Технология производства искусственного облицовочного декоративного камня позволяет получать любые цветовые решения, а также возможность подобрать любые оттенки цвета для применения в любом дизайнерском решении. Любые Ваши фантазии

связанные с отделкой интерьера или фасада с помощью гипсовой лепнины или искусственного декоративного облицовочного камня воплотятся в жизнь.

Обратите внимание на отделку помещений, которые постоянно появляются последнее время у нас перед глазами, по телевизору даже в программе новостей мы видим позади телеведущего стены хотя бы частично облицованы гипсовым искусственным камнем, то же самое мы увидим в различных модных журналах, не зависимо на какую тематику наш гляцевый журнал, из этого Вы сможете сами сделать выводы что декоративный искусственный гипсовый камень все больше набирает популярности и встречается все чаще. Искусственный камень сегодня присутствует чуть ли не в каждом втором интерьере, выгодно отличая его от других своей оригинальностью и неповторимой респектабельностью. И это понятно, отделка искусственным камнем смотрится роскошно и внушает нам богатство и респектабельность, благополучие хозяев данного жилища или офиса. Отсюда можно сделать вывод - искусственный декоративный камень прочно вошел в моду и завоевывает популярность на всей территории СНГ, и активно набирает обороты при оформлении интерьеров, делая их оригинальными и неповторимыми, а самое главное яркими и не похожими друг на друга.

Сегодня с помощью лепки, лепнины, архитектурных элементов и искусственного декоративного облицовочного камня можно воплотить в жизнь любые дизайнерские фантазии. Наша фирма сегодня производит декоративные облицовочные материалы, имитирующие мрамор, гранит или грубый необработанный скол камня или скалы, декоративный гипсовый камень сегодня украшает интерьеры многих современных домов и квартир.

Натуральный камень все больше отходит на второй план, поскольку искусственный имеет огромную практически нескончаемую цветовую гамму и тысячи решений цветовых оттенков по отношению к природному камню, кроме того тепло гипсовой искусственной плитки и лепнины создает в доме и квартире тепло и уют, а от природного камня мы получаем ощущение холода и скованности помещений.

На территории СНГ искусственный камень из гипса только сейчас пришел и набирает популярности, а в Европе, США, Канаде искусственный гипсовый камень набрал своей популярности еще в 70 годы и сегодня это самый популярный облицовочный материал. Так что используя современные технологии и экологически чистый материал при минимальных затратах сегодня из гипса можно производить любые отделочные, облицовочные материалы, а также элементы декора для фасадов и интерьеров.

Каждый кто хочет открыть свой прибыльный бизнес, или заняться самостоятельным домашним производством применяя инновационные технологии работы с гипсом, может открыть очень перспективное, быстро растущее, процветающее прибыльное производство гипсовых изделий. Для открытия производства гипсовых изделий необходимо иметь самое главное желание работать на себя и на свое будущее.

Заходя на наши сайты Вы сможете найти все необходимое для своего будущего производства, советы, новейшие инновационные технологии, технология организации производства, технология процесса приготовления гипсовых растворов, найдете ответы на такие вопросы, какое необходимо оборудование для производства гипсовых изделий и много много другой очень полезной для начинающего производителя информации. Так же Вы сможете задавать свои вопросы и получать на них компетентные полезные ответы, как по телефону так и по эл. почте и на наших форумах помощи производителям. Будем рады если сможем помочь Вам начать свое рентабельное производство гипсовых изделий. Вы всегда сможете получить бесплатные консультации по налаживании производства, мы заинтересованы в росте и процветании Вашего собственного бизнеса и всегда будем рады Вам помочь в любых вопросах по созданию Вашего собственного производства по изготовлению искусственного гипсового камня а также других декоративных изделий из гипса.

1. Организация производства искусственного камня из гипса

Организация производства искусственного камня очень проста так как не требует больших начальных капиталовложений и материальных затрат на дорогостоящее и сложное производственное оборудование, а также для производства гипсовых изделий Вам не требуется покупка громоздкого и шумного дорогостоящего вибростола, для организации производства искусственного декоративного камня из гипса в первую очередь требуется огромное желание начать свое собственное очень прибыльное и перспективное производство с огромной возможностью роста и возможностью постоянного расширения ассортимента. Если у Вас есть это желание иметь свой рентабельный бизнес мы всегда будем рады Вам помочь в организации такого бизнеса. Вы всегда сможете рассчитывать на нашу поддержку в процессе наладки Вашего производства и Вы всегда сможете рассчитывать на любую консультацию и технологический ответ возникший у Вас в процессе изготовления искусственного камня из гипса и других гипсовых изделий.

В организации производства искусственного камня нет сложного оборудования и самым дорогим в этом производстве есть формы из полиуретана. Но суть в том что при организации производства искусственного камня из гипса Вам не нужно покупать на старте Вашего бизнеса много форм из полиуретана, так как при изготовлении искусственного

гипсового камня можно начать производство имея всего лишь одну такую форму, если есть на старте Вашего бизнеса возможность потратить больше денег чем покупка одной формы, то самым оптимальным количеством для начала организации бизнеса это 5 -7 форм из полиуретана. Имея такое количество полиуретановых форм Вы сможете быстро начать свое развитие. Из 5 - 7 форм Вы сможете производить от 25 до 40 метров кв. гипсового искусственного камня, производя такое количество гипсовой плитки Вы быстро сможете иметь возможность постоянно расширять свой ассортимент и пополнять количество форм в процессе работающего производства.

Один рабочий может обработать максимум 7 форм из полиуретана, поэтому если Вы решили увеличить количество форм то надо быть готовым чтобы взять на дополнительное количество форм из полиуретана дополнительных рабочих на Ваше развивающееся производство. На двух рабочих производивших заливку форм гипсовым раствором необходимо иметь минимум одного человека для производства окраски и других подсобных работ.



МИНОБРНАУКИ РФ

ФГБОУ ВО

**«Уральский государственный горный
университет»**

Синтетические ювелирные камни

Методическое пособие

по самостоятельной работе

по дисциплине

«Технология производства искусственных самоцветов»

для студентов направления

Технология художественной обработки материалов

очного обучения

Екатеринбург, 2020

Введение

Драгоценные камни издавна являлись предметом воспроизведения, однако только в конце XIX в. достижения химии и физики позволили создать синтетические драгоценные камни, не отличающиеся по своим свойствам от природных камней, а часто и превосходящие их. Археологическими исследованиями установлено, что в Древнем Египте (около 3 тыс. лет до н. э.) изготавливали цветные стекла, которые использовали как украшения и амулеты. Имитации драгоценных камней из стекла были широко распространены в Древнем Риме.

В "Естественной истории" Плиний Старший писал, что карбункулы (рубины) "подделываются из стекла так же, как и другие драгоценные камни, познаются они по пленкам внутри и по тяжести, а иногда по пузырькам, светящимся подобно серебру". Он же описал трехслойный сардоникс, называемый триплетом. Этот материал подгонялся и склеивался из трех слоев - черного, белого и красного.

Позже стали применять дублеты, состоящие из двух различных камней - сверху драгоценный, а снизу менее дорогой: горный хрусталь или стекло и т. п. В 1758 году австрийский химик Иозеф Штрасс разработал способ изготовления стеклянного сплава, чистого и бесцветного с относительно высоким показателем преломления. Сплав, состоящий из кремния, окиси железа, окиси алюминия, извести и соды, прекрасно гранился и шлифовался и после огранки напоминал бриллианты. Такой искусственный камень называется "стразом" по фамилии ученого.

Настоящий переворот в получении синтетических драгоценных камней был произведен французским химиком М. А. Вернейлем, который в 1892 г. разработал способ получения синтетического рубина. В промышленности этим методом стали пользоваться для выращивания синтетических рубинов, а затем и для синтеза других драгоценных камней - сапфира, шпинели, александритоподобного корунда и других камней. По мере развития и совершенствования техники выращивания монокристаллов были разработаны другие способы, которые позволяли получить ряд других синтетических камней - аналогов природного рутила, кварца, алмаза, изумруда. В последние годы созданы и новые виды кристаллов, аналогов которых нет в природе, - фабулит, иттрий-алюминиевый гранат, фианит.

Таким образом, в настоящее время существуют следующие виды синтетических ювелирных камней и их имитаций: 1) синтетические ювелирные камни, имеющие природные аналоги: корунды - рубин и сапфир, шпинель, рутил, алмаз, изумруд, кварц, александрит, опал, бирюза; 2) синтетические материалы, не имеющие природных аналогов: титанат стронция - фабулит, ниобат лития, иттрий-алюминиевый гранат, фианит и др.; 3) имитации ювелирных камней: стекла, дублеты и триплеты.

Синтетические ювелирные камни представляют собой искусственные кристаллы, полученные химическими или физическими методами, имеющие свойства, аналогичные природным камням тех же названий. Г. В. Банк пишет о том, что новые номенклатурные предписания специальной комиссии от 1970 г. установили более четкие определения синтетических камней: "Синтетические камни - суть окристаллизованные продукты, получение которых полностью или частично является делом рук человека. Их химический состав, кристаллическая структура и физические свойства в широком диапазоне совпадают с таковыми их природных прототипов (подлинных драгоценных и поделочных камней)".

Глава 1. Основные методы выращивания синтетических ювелирных камней

В настоящее время существует ряд способов изготовления синтетических камней.

Синтез драгоценных ювелирных и технических камней по способу М. А. Вернейля считается классическим и является первым промышленным методом выращивания кристаллов корунда, шпинели и других синтетических кристаллов. В мире ежегодно

выпускается около 200 т синтетического корунда и шпинели. Метод Вернейля заключается в следующем: к горелке с направленным вниз соплом через внешнюю трубу подводится водород, а через внутреннюю - кислород. В ток кислорода подается измельченный порошок окиси алюминия зернистостью около 20 мкм, полученный прокаливанием алюмоаммиачных квасцов, который при этом нагревается до определенной температуры и затем попадает в водородно-кислородное пламя гремучего газа, где он расплавляется. Внизу под соплом располагается стержень из спеченного корунда, выполняющего роль кристаллоносителя. На него стекает расплавленная окись алюминия, образуя шарик расплава. Стержень кристаллоносителя постепенно опускается со скоростью 5 - 10 мм/ч, при этом обеспечивается постоянное нахождение расплавленной растущей части корунда в пламени. На рис. 1 показана принципиальная схема установки для выращивания кристаллов этим методом. Диаметр образовавшихся кристаллов ("булек") обычно достигает 20 мм, длина 50 - 80 мм, иногда их размер гораздо больше. Бульки представляют собой поликристаллы. Для получения монокристалла бульку оплавляют путем подачи кислорода.



Рис. 1. Схема первой печи Вернейля.

4 - коробка для сырья с кислородным дутьем; 6 - область плавления сырьевой смеси; 7 - печь, где идет кристаллизация; 9 - стержень, на котором растет 'буля', стержень может подниматься и опускаться (10); 2, 3 - подача сырья; 1, 5 - подача газа.

При этом на оплавленной поверхности бульки часть кристаллов остается неразрушенной и они при последующем охлаждении бульки начинают расти за счет оплавленных разрушенных кристаллов.

Для получения рубина к порошку окиси алюминия добавляют окись хрома, для синтеза сапфира - окись железа и титана, для синтеза александритоподобного корунда - соли ванадия. Этим же методом выращивают синтетический рутил и титанат стронция.

Второй распространенный метод выращивания синтетических кристаллов драгоценных камней - способ Чохральского.

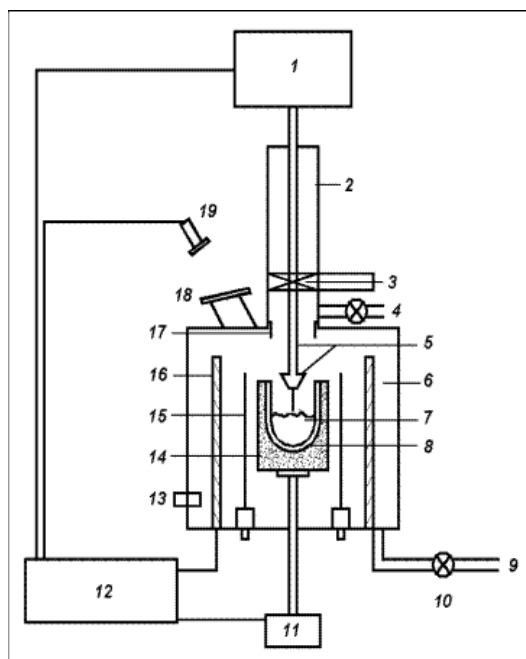


Рис. 2. Схема установки для выращивания кристаллов по методу Чохральского.

1—затравочный шток, устройство подъема и вращения; 2—верхний кожух; 3—изолирующий клапан; 4—газовый вход; 5—держатель затравки и затравка; 6—камера высокотемпературной зоны; 7—расплав; 8—тигель; 9—выхлоп; 10—вакуумный насос; 11—устройство вращения и подъема тигля; 12—система контроля и источник энергии; 13—датчик температуры; 14—пьедестал; 15—нагреватель; 16—изоляция; 17—труба для продувки; 18—смотровое окно; 19—датчик для контроля диаметра растущего слитка.

Он заключается в следующем: расплав вещества, из которого предполагается кристаллизовать камни, помещают в огнеупорный тигель из тугоплавкого металла (платины, родия, иридия, молибдена или вольфрама) и нагревают в высокочастотном индукторе. В расплав на вытяжном валу опускают затравку из материала будущего кристалла, и на ней наращивается синтетический материал до нужной толщины. Вал с затравкой постепенно вытягивают вверх со скоростью 1 - 50 мм/ч с одновременным выращиванием при частоте вращения 30 - 150 об/мин. Вращают вал, чтобы выровнять температуру расплава и обеспечить равномерное распределение примесей. Диаметр кристаллов до 50 мм, длина до 1 м. Методом Чохральского выращивают синтетический корунд, шпинель, гранаты, ниобат лития и другие искусственные камни.

Часто применяется метод кристаллизации из раствора в расплаве с использованием флюсов.

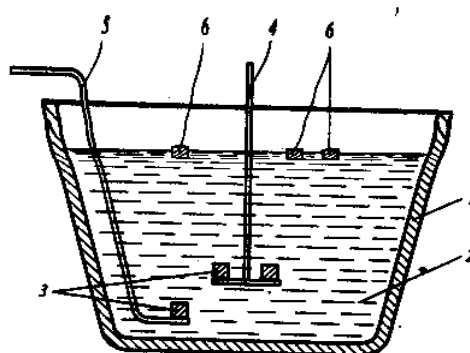


Рис. 3. Выращивание кристаллов из раствора в расплаве.

1-платиновый сосуд, 2- расплав кислого литий- молибденового флюса, 3- затравочные кристаллы изумруда, 4-5-держатели, 6- питающая шихта, состоящая из окислов бериллия, алюминия и плавленного кварца.

При этом камни кристаллизуются из смешанного расплава, состоящего из раствора соединения и флюсов - молибдатов, боратов, фторидов, окиси свинца и др. Кристаллизуют вещества обычно в платиновом тигле при температуре от 600 до 1300 °С (в зависимости от вида кристаллов). В расплав опускают затравку, а затем его охлаждают со скоростью 0,1 - 1 °С/ч. На затравке постепенно наращивается кристалл. Скорость роста невелика - за несколько недель кристалл вырастает на 3 - 4 см. Этот метод по эффективности не может конкурировать со способом Чохральского и применяется в тех случаях, если кристалл плавится инконгруэнтно или испытывает деструктивное фазовое превращение в твердом состоянии.

Очень эффективен гидротермальный способ выращивания кристаллов драгоценных камней. Процесс осуществляется в автоклавах при давлении $7 \cdot 10^7$ - $14 \cdot 10^7$ Па и температуре 300 - 900 °С. Автоклав заполняют раствором соответствующего минерала. В нижней части автоклава температура более высокая; когда насыщенный раствор поднимается вверх и попадает в условия с пониженной температурой, вещество осаждается на затравку природного кристалла. Нижняя и верхняя части автоклава разделены диафрагмой.

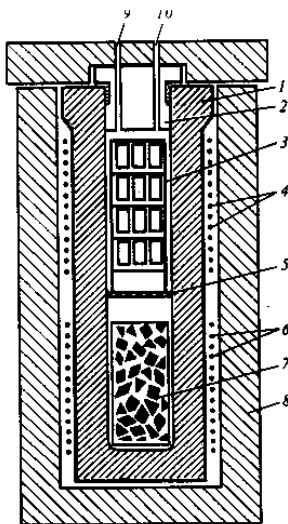


Рис. 4. Автоклав для выращивания кристаллов в гидротермальных растворах.

1 - корпус автоклава, 2-крышка, 3-рамка с затравочными пластинками, 4-верхний нагреватель, 5-перегородка с отверстиями(диафрагма), 6-нижний нагреватель, 7-контейнер с шихтой, 8-теплоизоляция, 9-ввод для термoeлемента, 10-ввод для манометра.

Последние два метода применяют для выращивания синтетических изумрудов, бериллов. Гидротермальным методом синтезируют разновидности кварца и корунда, а методом флюса - иттрий-алюминиевые гранаты, корунды, шпинель.

Сверхтвердые синтетические минералы и материалы получают другими способами. Для выращивания алмаза необходимы давление $50 \cdot 10^8$ - $100 \cdot 10^8$ Па и температура более 1600 °С. Процесс синтеза алмазов осуществляется из графита в присутствии катализаторов-металлов. В зависимости от времени синтеза получают кристаллы алмазов различных размеров. Такими же методами синтезируют другие сверхтвердые материалы: гексанит, эльбор, СВ и др., которые широко применяются в технике. В ювелирном деле синтетические алмазы и сверхтвердые материалы до сих пор не применяются.

Глава 2. Синтетические корунды

Год рождения синтетического рубина - 1910. В лаборатории французского химика А. Е. Александра были получены искусственные рубины ювелирного качества по методу, предложенному Вернейлем в 1891 г. С этого времени этот метод стал промышленным. Сырьем для синтеза корунда служит тонкоизмельченный порошок окиси алюминия, получаемый при кальцинации аммоний-алюминиевых квасцов. Для окрашивания кристаллов добавляют окислы переходных металлов в концентрациях 0,1 - 2,0 %: окись хрома для рубина, окиси железа и титаната для сапфира, окиси никеля для желтого корунда, окиси кобальта для зеленого корунда и окиси ванадия для псевдоалександрита. Некоторые зарубежные фирмы ("Линде" в США, "Видерс Карбидверк" в ФРГ) с 1947 г. начали промышленное изготовление "звездчатых" сапфиров и рубинов. Эффект астеризма получается при добавке в исходное сырье небольшого количества (около 0,3 %) окиси титана. После синтеза полученные кристаллы отжигают длительное время в окислительной среде при температуре от 1100 до 1500 °С; при этом происходит пересыщение окисла титана и выделение тонких ориентированных игл рутила, которые обеспечивают известный эффект шестилучевой звезды.

Способ выращивания синтетических корундов по методу М. А. Вернейля до 1940 г. был распространен только в Европе. Им занимались такие фирмы, как "Sodem Dj evahirdjian" ("Содем Дьевайрдриан") в Швеции, "Baikowski" и "Rubis Synthdes" ("Банковский" и "Рубис синтез") во Франции, "Wieders Carbidwerk" ("Видерс Карбидверк") в ФРГ. С 1940 г. этот метод распространился в США, когда фирма "Линде" начала промышленный выпуск синтетических корундов.

Методом Чохральского можно получить синтетические корунды любой формы - трубчатые, стержневые, ленточные и др. Такие профилированные изделия из корундов широко применяются в технике.

Синтезируя рубины по методу флюса или гидротермальным способом, возможно получить ювелирные камни весьма высокого качества. Этими методами фирма "Чатэм" (США) изготавливает ювелирные рубины размером до 60 мм.

В СССР методы выращивания синтетических корундов были освоены еще в 20-х годах. В настоящее время в Институте кристаллографии разработаны и применяются новые методы синтеза корундов, при помощи которых получают изделия из корундов самой различной формы. В институте были созданы установки "Сапфир-III" и "Сапфир-2М", в которых синтезируются корунды методом направленной кристаллизации, предложенной Х. С. Багдасаровым. Этот способ позволяет выращивать кристаллы лейкосапфира в виде пластин больших геометрических размеров с определенной заданной кристаллографической ориентацией.

Суть нового метода заключается в том, что молибденовый контейнер, заполненный исходным материалом, помещается в вакуумную печь, где его нагревают до температуры более 2000 °С. При этом расплавляется окись алюминия. Контейнер с расплавом медленно перемещается в зоны с более низкой температурой и при снижении температуры до определенного значения расплав кристаллизуется. В настоящее время этим способом получают кристаллы массой более 4 кг. Весь процесс автоматизирован, за соблюдением режимов наблюдают датчики, дающие информацию на ЭВМ, которая управляет синтезом кристаллов.

В настоящее время освоено промышленное производство ювелирных и технических корундов. Прозрачные, тонкие, легкие трубки различного сечения и длины, полые трех-, четырех- и шестигранные призмы, нитеводители, швеллеры и уголки разных размеров из корунда - эти изделия применяются в лазерной технике, радиоэлектронике, светотехнике, химической промышленности, приборостроении. Там, где другие материалы не выдерживают высоких температур и действий агрессивных сред, используются изделия из корундов. Резцы из корунда позволяют без дополнительной заточки обработать в несколько

раз большее число деталей, чем твердосплавные резцы. Сапфиры применяются даже в пищевой промышленности в виде датчиков для контроля состава сиропов, соков, жидких веществ. При этом срок работы датчика из сапфира увеличился до 2 - 3 лет против 3 - 4 месяцев работы датчика из стекла.

Глава 3. Синтетические ювелирные камни разной природы.

В наше время синтезируется в лабораториях мира довольно большое количество ювелирных камней, и кроме ювелирных разновидностей корунда. Например, в наше время получают синтетические шпинель, кварц, янтарь и другие камни.

3.1. Синтетическая шпинель

Синтезируется этот красивый драгоценный камень способом М. А. Вернейля, практически так же, как и корунды.

Для изготовления шпинели используют смесь окисей алюминия и магния, получаемые соответственно из аммоний-алюминиевых квасцов и сульфата магния. Форма выращиваемых кристаллов - параллелепипед с квадратным сечением.

Шпинель применяется в основном в ювелирных изделиях. В связи с этим в состав смеси вводят различные окрашивающие примеси металлов, в том числе трехвалентный хром, который придает камням красный или сочный густой зеленый цвет. Зеленую шпинель ювелиры называют бразильским турмалином, также иногда называют голубовато-зеленую шпинель, очень похожую на аквамарин.

3.2. Синтетический берилл (изумруд)

В середине прошлого века при нагревании порошка природного изумруда в боросиликатном расплаве получили несколько кристаллов изумруда призматической формы. Дальнейшие работы в области синтеза изумруда связаны с исследованием метода кристаллизации из расплавов компонентов, составляющих изумруд, с применением различных флюсов - окисей лития, молибдена и др. До 50-х гг. XX в. синтез изумрудов исследовался в лабораторных условиях. Первый коммерческий изумруд был изготовлен К. Ф. Чатэмом (США), а позже П. Жильсоном (Франция).

В настоящее время известен ряд промышленных методов выращивания синтетических изумрудов, применяемых в России, США, Японии, Франции, ФРГ и других странах. Известны синтетические изумруды типа - "Эмерита" или "Симеральд", изготавливаемые в Австрии. Они представляют собой ограненные вставки из светлого берилла, на которые наращен слой синтетического изумруда толщиной 0,3 мм. Цвет их бледно-зеленый.

Фирмы "Чатэм" (США) и "Жильсон" (Франция) выпускают синтетические изумруды типа "Эмеральз", выращенные из раствора в расплаве с флюсом на затравку из пластин берилла. В качестве флюса применяют окиси лития и вольфрама или окиси лития и молибдена. Процесс синтеза протекает очень медленно - в течение месяца нарастает слой толщиной в 1 мм.

В последние годы получил развитие гидротермальный метод синтеза изумрудов, при котором рост кристалла изумруда осуществляется также на затравку из природного берилла при температуре 500 - 600 °С, давлении 70 - 140 МПа с заполнением автоклава расплавом на 2/3 объема. Скорость роста кристаллов 0,8 мм/сутки. Этим методом выращиваются изумруды фирмой "Линда" (США). Более точная технология и условия синтеза изумрудов фирмой не публикуются и считаются коммерческой тайной фирмы.

Интересен метод синтеза изумруда, разработанный японскими исследователями Хиронаса и Сэйдзо. Установка представляет собой платиновый тигель с горизонтальной платиновой

отбойной перегородкой. Нижняя часть тигля разделена цилиндрической платиновой стенкой. Смесь из любых двух компонентов (SiO_2 , Al_2O_3 , BeO_2) помещают в кольцевое пространство, третий компонент - в центральную часть. В верхней части отбойной перегородки размещают затравочные кристаллы. Затем в реактор вводят растворитель из молибдата лития или пятиокиси ванадия и всю систему равномерно нагревают до температуры выше точки плавления каждого из компонентов смеси. Когда температура каждой из изолированных компонентов смеси становится выше точки плавления растворителя, начинается плавление. В результате диффузии компоненты поднимаются к затравочным кристаллам, проходят через отбойную перегородку и смешиваются в верхней части. После этого начинается процесс роста изумрудов на затравках.

Далее расплав выдерживают при постоянной температуре в течение определенного времени, затем медленно охлаждают, массу извлекают из тигля и растворяют в воде, где в качестве растворителя применяют молибден лития, или в соляной кислоте, если растворителем служит пятиокись ванадия. В результате получают прозрачные бесцветные кристаллы, не отличающиеся по физическим, химическим свойствам от природного изумруда. Красивый зеленый цвет достигают добавлением небольшого количества в раствор окиси хрома. Японская фирма «Киоте Керамик и К°» этим методом изготавливает около 300 карат в год синтетических изумрудов. Успешно выращиваются изумруды в СССР, этим занимаются научные лаборатории Новосибирского университета.

3.3. Синтетический кварц

В настоящее время кварц выращивают гидротермальным способом в стальных автоклавах. Растворителем сырья природного кварца служат растворы гидроокисей и карбонатов щелочных металлов - натрия или калия в концентрации от 3 до 15 %. Синтез проводят при давлении 50 - 150 МПа при температуре 250 - 450 °С. Для затравки используют пластины или стержни природного кварца, которые ориентируют параллельно кристаллографическим плоскостям (0001) и (1120). Скорость роста кристаллов - до 0,5 мм/сутки. Было установлено, что если в калиевые расплавы исходного раствора с низкой концентрацией калия добавить железо, то образуются бурые кристаллы, при более высокой концентрации калия - зеленые.

При синтезе кварца в системе H_2O - SiO_2 - K_2O - CO_2 с добавкой окислителей при давлении 150 МПа зеленая и бурая окраска изменяется на золотисто-желтую-цитриновую. Появление такой окраски зависит от концентрации ионов трехвалентного железа в растворе. При дальнейшем увеличении концентрации железа кристаллы становятся оранжево-красными.

Синюю окраску кристаллов получают, вводя в систему H_2O - SiO_2 - Na_2O - CO_2 кобальта. Густота окраски зависит от содержания кобальта: в голубых кристаллах его до 0,001 %, а в ярко-синих до 0,02 %.

Аметистовую окраску получают при выращивании кристаллов в калиевой системе при температуре 320 - 420 °С и давлении - 1000 - 1400 * 10⁵ Па. Если в систему H_2O - SiO_2 - K_2O - CO_2 ввести избыточное количество трехвалентного железа и снизить содержание примеси алюминия, то кристалл становится дымчатым. После ионизирующего облучения цвет кристаллов становится прочным аметистовым. Введенный в систему алюминий частично замещает кремний, в результате после ионизирующего облучения кристалл кварца приобретает дымчатую окраску, типичную для раухтопаза. При увеличении концентрации алюминия можно получить черную окраску, подобную цвету мориона.

Цветной синтетический кварц широко применяется в ювелирной промышленности, а бесцветные от разности в технике: радиоэлектронике, оптике, химической промышленности. В СССР налажено промышленное производство синтетического кварца.

3.4. Синтетический рутил

Присутствием примесей в природных кристаллах рутила объясняется его темный цвет. В результате проведенных исследований в фирмах "Линда" и "Националь Лед и К⁰" (США) в 1948 году разработали способ выращивания синтетического рутила по методу М. А. Вернейля. Получают кристаллы черного цвета, но после отжига в струе кислорода при низкой температуре они становятся почти бесцветными или приобретают желтоватый оттенок.

Синтетический рутил используется в ювелирных изделиях только как заменитель алмаза, поскольку его показатель преломления и дисперсия значительно выше, чем у алмаза. Игра света у этого камня также очень сильная, что позволяет его легко отличить от бриллианта.

3.5. Титанат стронция (фабулит)

По сравнению с рутилом этот синтетический камень более подходит для замены алмаза в ювелирных изделиях. Он совершенно бесцветен, оптически изотропен, и его показатель преломления (2,41) аналогичен алмазу. Дисперсия у фабулита (0,1 - 0,2) более высокая, что обеспечивает красивую игру при изменении углов падения лучей света или освещения. Твердость фабулита 5,5 - 6,5, поэтому его целесообразно использовать для изготовления серег или кулонов, а не в кольцах, где он быстрее изотрется.

Синтез титаната стронция осуществляется по известному методу М. А. Вернейля.

После выращивания кристаллы обязательно отжигают в струе кислорода при низкой температуре. За рубежом промышленный выпуск фабулита осуществляет фирма "Националь Лед и К⁰" (США).

3.6. Иттрий-алюминиевый гранат (ИАГ)

Иттрий-алюминиевая окись ($Y_3Al_5O_{12}$) имеет структуру граната и чаще называется иттрий-алюминиевый гранат - ИАГ или гранатит. Выращивается ИАГ чаще всего по методу Чохральского, однако хорошие результаты дает и метод кристаллизации из расплава с флюсом. Условия синтеза ИАГа весьма подобны условиям выращивания корунда.

Вначале иттрий-алюминиевый гранат применялся только в технике; добавляя некоторые лантаноиды (в частности, неодим), выращивали кристаллы, используемые в лазерной технике: кроме того, кристаллы ИАГ служат подложкой при синтезе ферритмагнитных гранатов, применяемых в лазерной технике и радиоэлектронике.

В последние годы ИАГ широко применяют в ювелирных изделиях. Благодаря добавкам лантаноидов стало возможно получать кристаллы разного цвета - красные, зеленые, желтые, коричневые и др., не встречающиеся в природе. За рубежом ИАГ выпускает ряд фирм, наибольшую популярность имеют гранаты фирмы "Линда" (США).

В России ИАГ изготавливают по методу направленной кристаллизации, позволяющему выращивать идеально правильные и чистые кристаллы. Искусственный гранат образуется при высоких температурах в глубоком вакууме в специальных аппаратах. Завод выпускает светлые гранаты, розовые, желтые и зеленые. Время синтеза - около 4 суток. Ведутся исследования, направленные на получение кристаллов ИАГ любой окраски - от пурпурной и лимонной до чисто-голубой и сиреневой.

3.7. Ниобат лития

Ниобат лития - $LiNbO_3$ - относительно мягкий синтетический камень (твердость около 5,5 по шкале Мооса). Интересен он прежде всего оптическими свойствами, что

позволило использовать его в лазерной технике. Показатель преломления его 2,2 - 2,3, дисперсия высокая 0,12, что обеспечивает красивую игру камня.

Кристаллы выращивают по методу Чохральского. При добавках в расплав окислов металлов переходной группы можно получить кристаллы различной окраски: при введении окиси хрома - зеленую, окиси железа - красную, окиси кобальта - голубую или синюю.

3.8. Фианит

В 1970 - 1972 гг. Физический институт Академии Наук СССР (ФИАН) разработал способ изготовления нового синтетического материала на основе кубической модификации окиси циркония и гафния $(Zr, Hf)O_2$, - фианит. Природным аналогом фианита является тажеранит, открытый на Тажеранском массиве. Фианит обладает хорошей огнеупорностью и химической стойкостью, высокой степенью прозрачности, показателем преломления и дисперсией. Температура плавления фианита 2600 - 2750 °С, твердость 7,5 - 8 по шкале Мооса, плотность 6 - 10 г/см³, показатель преломления приближается к алмазу 2,1 - 2,2. По химическому составу фианит представляет собой окись циркония в сочетании с добавками редкоземельных элементов - эрбия, церия, неодима или кобальта, ванадия, хрома и железа. Кристаллы фианитов образуются из расплавленной массы элементов, входящих в его состав. Процесс кристаллизации происходит на специальных затравках при охлаждении расплава. Скорость роста кристаллов 8 - 10 мм/час. Можно получить кристаллы фианита массой до 250 г. Окраска фианитов и его плотность определяются химическим составом. Небольшие количества примесей перечисленных элементов придают фианитам разнообразный цвет и оттенки: красный, розовый, фиолетовый, голубой, желтый, белый и др., кроме изумрудного. По цветовой гамме фианит может соперничать с аметистом, гранатом и цирконом, по красоте он превосходит алмаз.

Высокий показатель преломления фианитов, близкий к алмазу и большая дисперсия создают особую игру света при различных условиях освещения. Эти свойства в сочетании с разнообразной окраской позволяют имитировать природные драгоценные камни из фианитов, а также создавать новые, оригинальные по окраске.

В ультрафиолетовых лучах фианит в зависимости от примесей может люминесцировать голубым, желтым, фиолетовым и другим цветом.

В промышленном количестве фианиты начали выпускать в СССР с 1972 г. Он сразу завоевал всеобщее признание в технике, так и в ювелирной промышленности. Из него изготавливают высококачественные линзы для оптических приборов и очков, так как благодаря высокому показателю преломления почти плоские линзы обеспечивают высокую степень увеличения, а также оптические устройства для квантовых генераторов. Перспективен этот материал и для химической промышленности, так как фианит химически стоек в агрессивных средах, тугоплавок, не окисляется и не испаряется при температурах более 2500 °С. Он является изолятором, но при нагревании до температуры более 300 °С становится проводником.

Обрабатывать фианит можно только в определенных направлениях кристалла. Он довольно сложен в обработке, легко растрескивается и крошится. Выход при огранке сырья обычно не превышает 10 - 15 %. При огранке высота нижней части камня должна быть более глубокой, что улучшает его "игру", а "площадка" - более широкой. Грани фианитов слегка закруглены, что служит дополнительным отличием этих камней от бриллиантов.

Подобный фианиту материал для имитации драгоценных камней выпускают за рубежом. В США фирма "Серез Корпорейшен" (Вальтхэм, штат Массачусетс) синтезирует материал "диамонеск", очень похожий по своим свойствам на фианит, в Швейцарии фирма "Гранд Лдевахирджан СА" (Монтей, Валанс) производит "джевалит", а в Австрии фирма "Д. Сваровски энд К^о" (Ваттенс, Тироль) выпускает «цирконию» по советской лицензии.

Цены на эти материалы - 10 долларов за 1 кар.

Глава 4. Синтетический алмаз

Синтезом алмазов занимались многие ученые. Ведущая роль принадлежит советскому физику О. И. Лейпунскому, который в 1938 г. провел теоретический анализ условий образования алмаза из графита и определил области стабильного существования алмаза. В результате им была изучена диаграмма состояния алмаз - графит, которая явилась основой для научного решения проблемы создания синтетических алмазов.

В феврале 1953 года группе физиков шведской энергетической компании ASEA при проведении очередного опыта по синтезу алмаза из графита при давлении $8 \cdot 10^8$ МПа и температуре 2500°C с выдержкой во времени 2 минуты удалось получить первые в мире искусственные алмазы. В декабре 1954 г. ученые фирмы "Дженерал Электрик К°" создали искусственные алмазы размером около 0,8 мм. Впоследствии ими была разработана камера типа "белт".

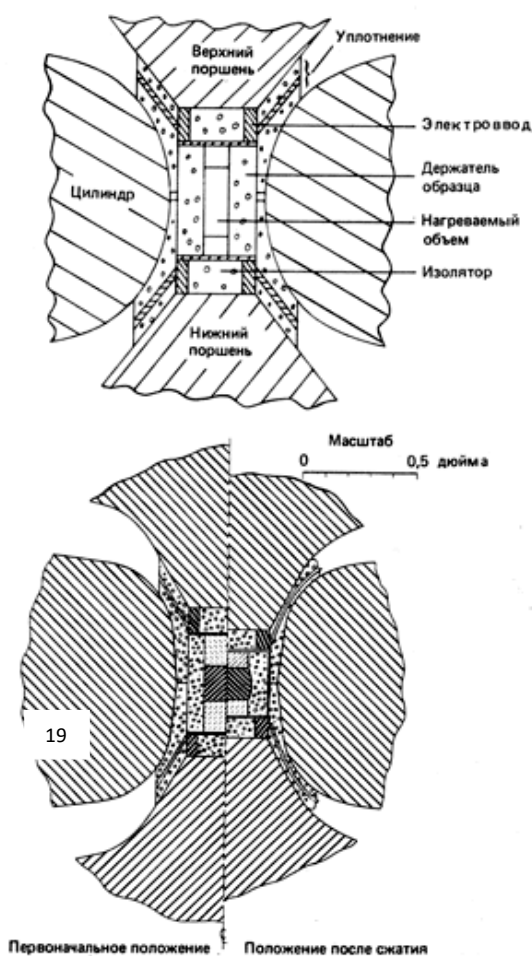


Рис. 5. Камера «белт».

После этого синтез алмазов был организован в ряде стран - Бельгии, Англии, Японии и др. В СССР в 1960 г. Институтом физики высоких давлений АН СССР под руководством акад. Л. Ф. Верещагина был разработан способ получения синтетических алмазов, который был передан для промышленного освоения Институту сверхтвёрдых материалов АН УССР. В 1961 г. была отработана промышленная технология синтеза алмазов. Процесс осуществляется при температуре $1800 - 2500^\circ\text{C}$ и давлении более $5 \cdot 10^2$ МПа в присутствии катализаторов - хрома, никеля, железа, марганца, платины, кобальта или других металлов. Впоследствии было установлено, что алмазы образуются при кристаллизации углерода из его раствора в расплаве металла-катализатора. В настоящее

время составлены диаграммы образования алмаза из графита с различными катализаторами.

Синтез алмаза проводится в камере типа "чечевица" объемом несколько кубических сантиметров. Нагревание осуществляется индукционным методом или прямым пропусканием электрического тока. При сближении пуансонов реакционная смесь графита с никелем (а также со слоистым пиррофиллитом) сжимается, при этом в камере развивается давление выше $5 \cdot 10^2$ МПа. В результате происходит перекристаллизация гексагональной кристаллической решетки графита в кубическую структуру алмаза. Размер кристаллов алмаза зависит от времени синтеза, так как при времени реакции 3 минуты образуются кристаллы массой около 10 мг, а 30 мин - 70 мг. Наиболее прочны кристаллы размером до 0,5 - 0,8 мм, более крупные имеют невысокие физико-механические свойства. Кроме описанного метода разработан еще ряд способов выращивания алмазов.

В 1963 г. В. Ж. Эверсом (США) был запатентован способ выращивания алмазов из газовой фазы (из метана, ацетилена или других углеводородов) при давлении ниже 103 МПа. Суть метода - создание перенасыщенной углеродом газовой фазы, образующаяся при этом избыточная поверхностная энергия на границе графит - воздух способствует формированию зародышей алмазов. Подобный метод был разработан в СССР Б. В. Дерягиным и Д. В. Федосеевым. При давлении ниже атмосферного им удалось получить на затравках из алмаза нитевидные кристаллы синтетического алмаза из газовой фазы. Скорость роста кристаллов очень низкая - около 0,1 мкм/ч. В 1961 г. в США фирмой "Эллайд Хемикал и Дю Пон" был предложен взрывной метод получения синтетических алмазов. При направленном взрыве происходит мгновенное повышение давления до $200 \cdot 10^2$ МПа и температуры до 2000 °С, при этом в графите образуются мелкие (до 10 - 30 мкм) синтетические алмазы. В СССР в Институте сверхтвердых материалов АН УССР была отработана подобная технология получения искусственных алмазов, получивших название АВ.

В США фирмой "Дженерал Электрик К⁰" в 1970 г. был разработан метод получения крупных синтетических кристаллов алмазов ювелирного качества на затравках в виде пластин. Однако стоимость выращивания таких алмазов гораздо выше, чем добыча природных.

В настоящее время мировое производство синтетических алмазов составляет более 200 млн. карат/год. Главные центры производства синтетических алмазов - США ("Дженерал Электрик К⁰"), ЮАР ("Де Бирс"), Англия, Япония.

В мире выпускаются синтетические алмазы следующих видов: АСО - алмазы обычной прочности, АСП - алмазы повышенной прочности, АСВ - алмазы высокой прочности, АСК и АСС - алмазы монокристаллические.

Размер алмазов АСО, АСП и АСВ 0,04 - 0,63 мм. Кроме того, выпускаются две марки микропорошков - АСМ и АСН с размером зерен 1 - 60 мкм. Монокристаллические синтетические алмазы АСК и АСС имеют размер зерен до 1 мм.

Эксплуатационные свойства шлифовальных порошков из синтетических алмазов зависят от формы зерен, характера их поверхности и механической прочности. Наиболее развитая поверхность характерна для алмазов АСО, а наименее развитая - для алмазов АСС. Механическая прочность алмазов АСС приближается к прочности природных алмазов.

Синтетические алмазы широко применяются для производства алмазно-абразивного инструмента, брусков, кругов шлифовальных и отрезных, паст для шлифования, стеклорезов, резцов, буровых коронок, долот и т.д. В настоящее время более 80% потребности в технических алмазах покрывается за счет синтетических.

Кроме перечисленных марок синтетических алмазов в СССР выпускаются поликристаллические алмазы типа карбонадо, балласы, СВС, используемые в технике, а также ряд синтетических сверхтвердых материалов, приближающихся по своим физическим свойствам к природным алмазам - эльбор (или кубонит), гексанит и др.

"Блестящее будущее рисуется нам для алмаза, когда человек сумеет овладеть тайной

искусственного его получения. Алмаз до сих пор упорно хранит эту тайну, и то немного, чего добилась наука, еще далеко от разрешения проблемы в целом..." - так писал А.Е. Ферсман в 1945 г., а уже через несколько лет синтетические алмазы заняли ведущее положение в технике.

Около 200 лет пытаются создать синтетические алмазы. Десятки лабораторий в различных странах продолжают поиски более рациональной и эффективной методики выращивания алмазов как для технических нужд, так и для ювелирных целей. Нерешенных проблем в этой области очень много, однако каждый день приближает нас к цели и не исключено, что в скором времени будут найдены экономичные способы получения синтетических алмазов любой формы, размера, цвета и качества. Природные драгоценные камни в десятки, а иногда и в сотни раз стоят дороже своих синтетических аналогов, несмотря на то что синтетические камни по качеству и цвету часто значительно превосходят природные. Г. Банк пишет: "Тем не менее и синтетические камни принадлежат к миру драгоценных камней. Каждому дано решить для себя, как он представляет себе свой мир драгоценных камней: намерен ли он удовлетвориться хорошей копией или же по-прежнему ценит лишь оригинал!".

Глава 5. Как отличить природные ювелирные камни от их синтетических аналогов

Все синтетические материалы, применяемые в ювелирных целях, можно разделить на две группы: первую - синтетические камни - аналоги природных ювелирных камней и вторую - новые синтетические материалы, не имеющие аналогов среди природных камней и имитирующие ювелирные камни иного состава. Идентификация камней второй группы основывается на применении методов диагностики, описанных выше с учетом их свойств. Идентификация камней первой группы более сложна, так как состав и структура природных и синтетических камней этой группы идентичны. В настоящее время получены и имеются на мировом рынке синтетические корунды, шпинель, изумруд, кварц (в том числе аметист и цитрин), бирюза, в меньшем количестве александрит, опалы, кораллы и др.

В связи с получением синтетических аналогов ряда природных ювелирных камней остро встал вопрос о методах их отличия. Остановимся на некоторых, наиболее распространенных камнях.

Рубин и сапфир. Получаемые по методу Вернейля, рубин и сапфир в настоящее время наиболее широко применяемые в ювелирных изделиях камни. Стоимость синтетических корундов ниже природных в 10-23-ки и даже сотни раз.

Основные физические свойства синтетических корундов весьма близки к природным (коллектив авторов под руководством М. М. Классен-Неклюдовой и Х. С. Багдасарова, 1974 г.). Плотность синтетических корундов 3,992 г/см³. Примесь хрома повышает плотность до 4,013 г/см³, а титана, кальция и ряда других элементов - понижает. Показатели преломления: 1,7681 - 1,7635, у высокохромистого рубина - до 1,7681 - 1,7801. Иногда в синтетических корундах появляется аномальная двуосность, связанная с остаточными внутренними напряжениями.

В спектрах поглощения синтетических фиолетовых, синих и зеленых сапфиров в отличие от природных отсутствуют некоторые полосы поглощения (454, 467, 473 нм). Это можно обнаружить даже у ограненных камней при довольно несложном исследовании на спектрофотометре СФ-18, оснащенном приспособлением для записи спектров поглощения ограненных камней.

Отличительный признак синтетических рубинов, полученных при гидротермальном синтезе, - наличие в ИК-спектрах серии полос поглощения в интервале 3000 - 3600 см⁻¹, вызванных гидроксильными группами.

Особенно важно для распознавания синтетических и природных рубинов и сапфиров (в частности, ограненных) наличие включений, трещин, каналов, характер распределения окраски, двойникование, выявляемых при рассмотрении камня под сильной лупой или при микроскопических исследованиях. Для этой цели применяются стереомикроскопы (МБС, "Джемолайт" и др.), с мощным освещением - отраженным и проходящим светом. Для большей четкости изображения используется вода, спирт или иммерсионные жидкости (монобромнафтаден, йодистый метилен и др.). Исследуемый камень опускают в жидкость, налитую в стакан.

Чтобы уменьшить испарение жидкости, стакан накрывают стеклом. Так как показатели преломления иммерсионной среды и калия близки, то последний становится полностью прозрачным, что позволяет хорошо рассмотреть его внутреннее строение.

Установлено, что в пр 24 ных рубинах (в частности, в кристаллах из Бирмы и Шри-Ланки) наблюдаются включения рутила, отдельные кристаллики, коленчатые двойники или микроскопические параллельные тонкие иголки которого образуют так называемый "шелк", а расположенные под углом 60 и 120° - "сетку". Рубины Бирмы, очень богатые включениями, содержат также октаэдрические кристаллы шпинели, короткопризматические кристаллы апатита, оливин, кальцит, желтый сфалерит, сфен, мусковит. В рубинах Шри-Ланки можно увидеть включения правильных кристалликов циркона, часто окруженных "плеохроичными двориками", гранатов, пирита, пирротина, гематита, апатита, кальцита. В рубинах Таиланда рутил встречается довольно редко. Для них характерны алмадин, апатит, пирротин, для рубинов Танзании - апатит, графит, пирротин, паргасит, шпинель, цоизит.

Иногда в природных рубинах наблюдаются жидкие и газовой-жидкие включения, которые заполняют трубообразные каналы и трещины. Особенно распространены газовой-жидкие включения, расположенные по трещинам разнообразной формы и образующие замысловатые узоры; в рубинах Таиланда трещины и каналы могут быть также декорированы бурыми включениями окислов и гидроокислов железа.

Еще одна отличительная особенность природных рубинов (в частности, Бирмы) - неравномерное пятнистое распределение окраски. В звездчатых рубинах проявляется гексагональная зональность окраски. В ряде рубинов отмечается тонкая трещиноватость в виде параллельных полос, связанная с двойникованием.

В природных сапфирах, как и рубинах, наиболее частое твердое включение - рутил. Вместе с тем в сапфирах Бирмы отмечаются апатит, циркон, монацит, флогопит, фергюсонит; Шри-Ланки - гранат, шпинель, слюды, пирит, халькопирит, циркон, окруженный "плеохроичными двориками"; Таиланда - плагиоклаз, колумбит, пирротин, халькопирит; Танзании - циркон, апатит, графит, пирротин; Кашмира - роговая обманка, турмалин; Кампучии - красный гатчетолит, торит, полевой шпат.

Очень характерная особенность природных сапфиров - обилие газовой-жидких включений, образующих причудливые узоры, напоминающие соты, сетки, отпечатки пальцев, и расположенных по веерообразным, кулисообразным и неправильным трещинам. Иногда жидкие включения заполняют трубообразные каналы. В трещинах и каналах могут находиться бурые окислы и гидроокислы железа.

Важный диагностический признак природных сапфиров - зональное и зонально-секториальное распределение окраски в виде чередующихся четких параллельных полос с различной интенсивностью окраски, расположенных по одной прямой, под углом 120° или по сторонам правильного гексагона.

Как и в рубинах, в природных сапфирах может наблюдаться двойникование. Очень характерны для природных и синтетических корундов так называемые "огненные знаки" - мелкие механические трещины около ребер или в периферийных частях фасет ограненных камней, возникающие при обработке.

Синтетические корунды, в том числе рубины и сапфиры, обладают рядом общих внутренних особенностей (речь идет прежде всего о корундах, выращенных по методу М.

А. Вернейля). Наиболее характерны для них газовые включения различного размера и формы (округлой, овальной, удлиненной, веретенообразной), одиночные и образующие скопления в виде пятен, полос, облаков. Такие пузырьки газа кажутся темными в проходящем свете, в отраженном же свете они имеют вид ярких концентрически-зональных колец.

Твердые включения в синтетических корундах могут быть представлены "непроплавами" - непрореагировавшими частичками продуктов синтеза, пылью металлов, вводимых в корунд как легирующие присадки или случайно попадающих из тиглей и нагревателей. В звездчатых синтетических корундах наблюдаются ориентированные включения рутила.

Хороший диагностический признак синтетических корундов - криволинейное распределение окраски, связанное с получением их по методу Вернейля. Кривизна полос с различной интенсивностью окраски может быть различной, и в мелких камнях она мало заметна.

Иногда в синтетических корундах наблюдаются свили - текстуры в виде потоков, обусловленные оптической неоднородностью камня.

Диагностика по внутренним особенностям корундов, синтезированных гидротермальным методом, более сложна в связи с тем, что в них могут отмечаться включения и текстуры, характерные для природных камней. Однако внимательное изучение включений, формы и характер заполнения трещин, наличие "затравок" и другие признаки позволяют решить этот вопрос.

Определить синтетические корунды, имитирующие алмазы, александриты, изумруды, аквамарины, топазы и др., нетрудно, так как их основные физические свойства отличаются от природных корундов. Среди рекомендуемых методов диагностики в ряде случаев имеет значение определение цвета люминесценции. Например, александритоподобный синтетический корунд в отличие от натурального александрита в ультрафиолетовых лучах светится оранжево-коричневым цветом.

Шпинель. Синтетическая шпинель может быть самой различной окраски, и поэтому она имитирует не только природную шпинель, но и алмаз, сапфиры, рубин, изумруд, аквамарин, гранаты, турмалин, циркон, топаз, но все же имеются и некоторые различия. Так, синтетическая шпинель в отличие от природной характеризуется совершенной спайностью по кубу. В поляризованном свете при скрещенных николях у синтетической шпинели наблюдаются аномальное двупреломление, проявляющееся "муаровым" угасанием, а также узоры в виде тонких волосовидных полос, сеток или размытого черного креста.

Под микроскопом также видна неоднозначность природной и синтетической шпинели. Для природной шпинели характерны включения октаэдрических кристаллов шпинели, доломит, игольчатый сфен, альбит, апатит. Синтетическая шпинель, выращенная по методу Вернейля, как правило, не содержит каких-либо включений. Только изредка в ней наблюдаются овально вытянутые мелкие газовые пузырьки. Криволинейная зональность окраски для синтетической шпинели менее характерна, чем для вернейлевских корундов.

Изумруд. Умение отличить природный изумруд от синтетического имеет принципиальное значение. Дело не только в стоимости (за рубежом природный кристалл стоит в среднем в 2 - 3 раза больше синтетического, в нашей стране - изумруды одного цвета и качества стоят одинаково).

Изумруд выращивают двумя основными методами: раствор-расплавленным и гидротермальным. Существуют различные варианты этих методов. Соответственно возможно и получение различных свойств. Плотность синтетических изумрудов, выращенных раствор-расплавным методом, 2,64 - 2,67 г/см³, выращенных гидротермальным, - 2,67 - 2,69 г/см³, что в целом несколько ниже плотности природных изумрудов.

Спектры поглощения синтетических изумрудов отличаются от природных наличием двух полос поглощения с максимумами 420, 425 или 430 - 440 нм. В ИК-спектрах поглощения в синтетических изумрудах, полученных раствор-расплавным методом, отсутствует широкая полоса поглощения в интервале 3000 - 4000 см⁻¹, что объясняется присутствием воды, а также отсутствует характерная для природных и гидротермальных синтетических изумрудов линия поглощения при 2400 - 2500 см⁻¹, обусловленная двуокисью углерода.

Синтетические изумруды часто люминесцируют в ультрафиолетовых лучах глубоким постепенно усиливающимся красным цветом, нетипичным для природных. Однако в последние годы стали выращивать изумруды (П. Жильсон) с добавками железа, гасящими красную люминесценцию. Под светофильтром синтетические изумруды в отличие от природных, становятся ярко-красными.

Ряд отличий можно установить, исследуя камень под микроскопом. Природные изумруды часто имеют кулисо- и веерообразные или неправильной формы трещины с газожидкими включениями, что создает узор, называемый ювелирами "садом". Газожидкие и твердые включения гидроокислов и окислов железа бурого цвета могут заполнять каналы, ориентированные параллельно осям. В изумрудах также встречаются включения актинолита, тремолита, флогопита (в уральских и индийских), углистые непрозрачные включения, кальцит, доломит, биотит, молибденит (в южноафриканских, Трансвааль), тремолит, биотит, эпидот, турмалин, рутил, апатит (в австрийских). В природных изумрудах наблюдается прямолинейная зональная или зонально-секториальная окраска.

В синтетических изумрудах иногда наблюдаются зеркальные веерообразные или неправильной формы треги²⁴ возникающие при обработке камня. В синтетических изумрудах, полученных раствор-расплавным методом, отмечаются газовые пузырьки, непроплавленные частички шихты, фенакит, ильменит и др. Иногда в таких изумрудах наблюдается тонкая зональность окраски, отличающаяся от природной.

В синтетических изумрудах, выращенных гидротермальным методом, иногда встречаются газожидкие включения, металлическая пыль, участки затравки.

Бирюза. Идентификация бирюзы представляет особую сложность. Синтетическая бирюза, полученная Жильсоном, имеет плотность 2,68 - 2,75 г/см³, показатель преломления 1,61. Установлено, что под микроскопом в этой бирюзе видны темно-синие угловатые или сферические, сплюсненноовальные частицы, как бы погруженные в более светлый субстрат, твердость которого, вероятно, более низкая. Капля разбавленной соляной кислоты впитывается природной бирюзой и скатывается с синтетической. Спектры отражения синтетической бирюзы в интервале 450 - 1300 см⁻¹ отличаются от спектров природной, для нее характерны максимумы поглощения 1115, 1050, 1000 и 570 см⁻¹ с более сглаженными и широкими пиками.

Советская синтетическая бирюза полностью соответствует природной (по термическим свойствам, микротвердости), однако плотность ее 2,3 - 2,4 г/см³, т. е. пониженная по сравнению с природной.

Глава 6. Современные методы определения синтетических камней

- **Рентгеноспектральный микроанализ (микрозонд).** С его помощью можно определить химический состав камней и включений, металлов и других материалов на небольшом участке поверхности (до 3 мкм). Метод применяется для диагностики камней, а также для определения содержания драгоценных металлов в ювелирных сплавах.
- **Абсорбционная спектроскопия.** Спектры поглощения в видимой и инфракрасной областях несут важную информацию о происхождении камней, природе их окраски, наличии в них различных примесей. Метод полезен при выявлении следов

облагораживания, изучении цвета, а в ряде случаев — для определения месторождений конкретных ювелирных камней.

-
- **Люминесценция** включает в себя группу методов, позволяющих вызывать свечение камней под воздействием ультрафиолетового света, рентгеновских лучей, электронов или лазерного луча. Запись и расшифровка спектров люминесценции и картин распределения центров свечения в камне дают возможность получить информацию об образовании камней (росте кристаллов, захвате ими примесей, послеростовой истории). Комплекс люминесцентных методов важен при диагностике природных и синтетических камней, а также для распознавания следов облагораживания.
-
- **Спектроскопия комбинационного рассеяния (Рамановская спектроскопия).** Данный метод позволяет диагностировать ювелирные камни (отличать их от имитаций), определять состав включений в камнях (что важно при определении месторождения и диагностике природного или синтетического происхождения камней), устанавливать факты заполнения трещин в камнях и в ряде случаев определять состав заполнителя.
-
- **Спектроскопия ЭПР (электронный парамагнитный резонанс).** Это один из самых сложных методов, позволяющий количественно оценить содержание парамагнитных примесей в камнях и определить структуру тех или иных дефектов. Метод применяется в сложных случаях диагностики происхождения (природного или синтетического) и для выявления следов облагораживания в драгоценных камнях.

Все перечисленные методы отличаются тем, что их применение не повреждает камень и не приводит к изменению его свойств. Однако некоторые методы (например, ЭПР и абсорбционная спектроскопия) требуют извлечения драгоценных камней из оправы ювелирных изделий.

Глава 7. Имитация драгоценных камней из стекла

Стекло - наиболее дешевый и распространенный заменитель драгоценных камней. В конце XVIII в. Штрассе предложил рецепт особого свинцового стекла, удачно заменяющего драгоценные камни: 38,2 % кремнезема, окиси свинца 53,0 % и поташа 8,8 %. Кроме этого в смесь добавляли буру, глицерин и мышьяковистую кислоту. Этот сплав назван стразом. Для него характерна высокая дисперсия, он хорошо поддается огранке. Такое стекло использовалось для имитации бриллиантов. Позже научились изготавливать цветные стразы. Для получения рубинового цвета в стеклянную массу добавляли 0,1 % кассиевого порфира, сапфирового - 2,5 % окиси кобальта, изумрудного - 0,8 % окиси меди и 0,02 % окиси хрома. Были разработаны рецепты для получения имитаций гранатов, аметистов, шпинели.

В настоящее время стекла, имитирующие драгоценные камни, широко используются в ювелирных изделиях.

Итак, химический состав и физические свойства синтетических и соответствующих им природных камней одинаковы. Однако синтетические камни - это продукт труда человека, и изготовить их можно сколько угодно.

Природные камни - творения природы, число их ограничено, обнаружить и добыть - трудно. Именно поэтому драгоценный камень в десятки, а иногда и в сотни раз дороже своих синтетических аналогов, несмотря на то, что синтетические камни по качеству и цветовым характеристикам часто значительно превосходят природные камни.

Ювелирные камни - прекрасное творение природы и человека. Природа не поскупилась, создав глубокое спокойствие сочно-зеленых изумрудов, умиротворенность синих сапфиров, пылкость красных рубинов, сказочную или страстную изменчивость белых и черных опалов, нежность розовых и голубых топазов, безбрежное море цветов, оттенков, рисунков. Человек, вдохнув в них свою душу, бережно, с любовью обработав их, придал им завершенность, законченность, превратил их в настоящие произведения искусства, призванные нести людям радость, наслаждение, вдохновение, а не горе и слезы, не быть предметом наживы и обогащения, а свидетельством богатства и огромной духовной мощи народа.

Применяющиеся в качестве имитации стекла могут быть различной прозрачности (прозрачные, полупрозрачные, просвечивающие в тонких сколах, непрозрачные) и окраски. Физические свойства их зависят от состава, в основном от содержания свинца. Показатели преломления прозрачных стекол 1,44 - 1,77; твердость 5 - 7 по шкале Мооса; плотность 2 - 4,5 г/см³.

Стекла изотропны, но со временем у них может появиться оптическая анизотропия. Дисперсия 0,010, в стеклах с большим содержанием свинца может быть выше.

Стекла можно отличить по присутствию газовых пузырьков различной формы, иногда свилей, сгустков красителей. Кроме чисто стеклянных имитаций применяют сдвоенные (дублеты) и строенные (триплеты) камни, склеенные из стекла и натурального камня, из слабо- и густоокрашенных камней, из природного и синтетического камня. Такие подделки прекрасно видны под лупой или микроскопом: на поверхности склеивания наблюдаются пузырьки, расположенные в одной плоскости.

Стекла (и пластические массы) применяют для имитации полупрозрачных и непрозрачных камней: бирюзы, хризопраза, сердолика и др. Плотность и твердость их невысоки.

Авантюриновое стекло ³² авантюрина отличается физическими свойствами, а также наличием правильной трех- или шестиугольной формой включений медной стружки.

Выводы.

С древних времен человечество восхищалось драгоценными камнями, многие владетели мира хотели владеть ими. Та же ситуация сохранилась и в наши дни. Многие конфликты в Африке и Индокитае своей причиной имеют перераспределение сфер контроля над алмазонасными и другими залежами драгоценных камней. Сейчас большинство добытых драгоценных камней используется уже не в виде украшений, не в виде ювелирных изделий, а для промышленных нужд, для алмазов, например, процент использования в промышленных нуждах составляет около 80%, и только около 20 % добытых алмазов используется в ювелирной промышленности. Поэтому с древних времен ученые старались добывать и изготавливать искусственные драгоценные камни, сначала для этого использовали стекло, разные виды его. В XIX веке первые работы по получению синтетических камней выполнил известный французский химик Анри Муассан, который в построенных лично печах при высоких температурах провел серию экспериментов по получению синтетических бериллов и корундов (изумрудов и рубинов), результаты были невелики. Муассану удалось получить только мелкие кристаллы камней. Но эти попытки были только началом. В XX веке удалось получить множество синтетических камней и их количество только возрастает. Сейчас большинство продаваемых в розничных сетях ювелирных изделий содержит именно синтетические камни, а природные довольно редки и дороги. Изготовление синтетических камней позволило населению приобщиться к красоте камня. Большие количества синтетических ювелирных камней используются не в ювелирной промышленности, а в приборостроении, точной механике, при производстве часов, в микроэлектронике.

Со временем будут разработаны новые виды кристаллов, которые найдут свое применение и в ювелирной практике.

Список использованной литературы.

1. Андреев В. Н. Огранка самоцветов. М., Росгазместпром, 1957. 172 с.
2. Балицкий В. С., Лисицына Е. Е. Синтетические аналоги и имитации природных драгоценных камней. М., Недра, 1981. 158 с.
3. Банк Г. В. В мире самоцветов. М., Мир, 1979. 160 с.
4. Барсанов Г. Л., Яковлева М. Е. Минералогия яшм СССР. М., Наука, 1978. 112 с.
5. Власов К. А., Кутукова Е. М. Изумрудные копи. М., Изд-во АН СССР, 1960. 220 с.
6. Жабин А. Г. Жизнь минералов. М., Сов. Россия, 1976. 220 с.
7. Денискина Н. Д., Калинин Д. В., Казанцева Л. К. Благородные опалы, их синтез и генезис в природе. Новосибирск, Наука, 1980. 65 с.
8. Киевленко Е. Я., Сенкевич Н. Н., Гаврилов А. Н. Геология месторождений драгоценных камней. М., Недра, 1974. 328 с.
9. Минералы Узбекистана. Т. 2. Ташкент, ФАН УзССР. 1975. 335 с.
10. Минералогия и кристаллофизика ювелирных разновидностей кремнезема. Под ред. В. Г. Балакирева, Е. Я. Киевленко, Л. В. Никольская и др. М., Недра, 1979. 150 с.
11. Неверов О. В. Античные инталии в собрании Эрмитажа. Л., Аврора, 1976. 156 с.
12. Орлов Ю. Л. Минералогия алмаза. М., Наука, 1974. 224 с.
13. Платонов А. Н. Природа окраски минералов. Киев, Наукова думка, 1976. 764 с.
14. Савкевич С. С. Янтарь. Л., Недра, 1970. 260 с.



Зав.

МИНОБРНАУКИ РФ

ФГБОУ ВО

«Уральский государственный горный университет»

Ю.А. Поленов, В.Н. Огородников

Художественная обработка камнесамоцветного сырья

Часть II

**Методическое пособие по самостоятельной работе
по дисциплине «Мастерство»**

Требования промышленности к камнесамоцветному сырью

Екатеринбург, 2020

Оглавление

	стр.
Введение	5
1. Камнесамоцветное сырьё России для изделий декоративно-прикладного искусства	5
1.1. Ограночное сырьё	7
1.1.1. Рубин и сапфир	8
1.1.2. Шпинель	9
1.1.3. Изумруд	10
1.1.4. Берилл и топаз	12
1.1.5. Турмалин	13
1.1.6. Хризолит	16
1.1.7. Группа гранатов	17
1.1.8. Группа горного хрусталя	22
1.1.9. Аметист	25
1.1.10. Клиногумит	26
1.2. Ювелирно-поделочное камнесамоцветное сырьё	27
1.2.1. Жадеит	28
1.2.2. Хризопраз	29
1.2.3. Агат	31
1.2.4. Благородный опал	34
1.2.5. Окаменелое дерево	36
1.2.6. Яшмовые породы, роговики	39
1.2.7. Бирюза	42
1.2.8. Гематит (кровавик)	45
1.2.9. Нефрит	46
1.2.10. Родонит	47
1.2.11. Амазонит и амазонитовые породы	49
1.2.12. Лазурит	51
1.2.13. Иризирующие полевые шпаты	51
1.2.14. Малахит	55
1.3. Области применения и технические требования к качеству камнесамоцветного сырья	56
1.3.1. Рубин и сапфир	57
1.3.2. Изумруд	58
1.3.3. Берилл и топаз	58
1.3.4. Ювелирный турмалин	60
1.3.5. Хризолит	61
1.3.6. Гранаты	62
1.3.7. Горный хрусталь	63
1.3.8. Аметист	65
1.3.9. Жадеит	67
1.3.10. Хризопраз	67
1.3.11. Агат	68
1.3.12. Благородный опал	69
1.3.13. Окаменелое дерево	70
1.3.14. Яшма	72
1.3.15. Бирюза	75
1.3.16. Гематит (кровавик)	77
1.3.17. Нефрит	79
1.3.18. Родонит	80
1.3.19. Амазонит	81
1.3.20. Лазурит	82

1.3.21. Иризирующие полевые шпаты	83
1.3.22. Малахит	84
2. Декоративно-облицовочное сырьё	85
3. Коллекционные минералы	93
3.1. Методика изучения и оценка качества коллекционного материала	93
Контрольные вопросы	94
Использованная литература	94

ВВЕДЕНИЕ

Своеобразие камнесамоцветного сырья как полезного ископаемого обуславливает непостоянство требований, предъявляемых ювелирным и камнерезным производствами к их качеству. Во многих странах мира к большинству видов камней в сырье предъявляются определённые требования, которые в России закреплены отраслевыми стандартами (рис.1). Однако следует иметь в виду, что стандарты -это только руководство к действию, но они не должны становиться догмой. Камнесамоцветное сырье отличается большим разнообразием видов, огромным диапазоном использования, поэтому необдуманное применение стандартов может привести к большим потерям ценнейшего сырья. Камнесамоцветное сырье требует индивидуального подхода к каждому виду и образцу.

Изучение геологических условий образования месторождений камнесамоцветного сырья имеет важное научное и практическое значение, поскольку именно условия образования месторождений определяют закономерности их размещения в земной коре, основные пространственно-морфологические и объёмно-качественные характеристики.

I. КАМНЕСАМОЦВЕТНОЕ СЫРЬЕ РОССИИ ДЛЯ ИЗДЕЛИЙ ДЕКОРАТИВНО-ПРИКЛАДНОГО ИСКУССТВА

Классификация цветных камней, добываемых в России, по области их применения недостаточно чётко разработана, особенно в настоящее время, когда камень всё шире применяется в различных областях промышленности (для ювелирных, декоративных, технических целей).

При создании изделий декоративно-прикладного искусства, в частности ювелирных, тот же камень в зависимости от воплощения его в художественное произведение имеет различную художественную ценность. Например, художественная ценность изделия (кольца, броши) будет зависеть от цвета и рисунка каменной вставки в сочетании с металлической оправой.

В современном ювелирном и камнеобрабатывающем производстве используется около ста разновидностей камнесамоцветного сырья.

Их ценность, помимо декоративно-художественных качеств, зависит от прочности, обуславливающей долговечность камня, и редкости его нахождения в природе, а в ряде случаев и от моды. Действующие в настоящее время отраслевые стандарты делят камнесамоцветное сырьё на две группы - ювелирные (драгоценные или ограночные) и поделочные камни. Е.А.Киевленко (1976) выделил ещё промежуточную группу ювелирно-поделочных камней.

Для художественной обработки камня, на наш взгляд, наиболее удобна классификация минералов и горных пород, используемых в качестве ограночного и ювелирно-поделочного сырья, разделение

этих минералов и их агрегатов производится по твёрдости (с использованием шкалы Ф.Мооса) (табл. I). Группы, выделенные по твёрдости, различаются и по технологии их обработки. Мягкие породы (твёрдость 1-3) обрабатываются режущими инструментами, изготовленными из инструментальных сталей, и абразивными инструментами из естественных материалов.

Средние по твердости породы (3-5) обрабатывают твердосплавными, абразивными и алмазными инструментами. Абразивные инструменты изготавливаются из искусственных материалов.

Твёрдые породы камня обрабатывают в основном, абразивно-алмазными инструментами и алмазными пастами. Применяются твёрдые абразивные материалы карбид бора, карбид кремния, электрокорунд.



Классификация камнесамоцветного сырья по его использованию

1.1. Ограночное сырьё

В эту группу собственно ювелирных камней выделены лишь те прозрачные минералы (кристаллы и их сростки), которые обладают красивой окраской, ярким блеском, цветовой игрой, высокой твёрдостью и химической устойчивостью. Ювелирные камни, как правило, используются в виде огранённых вставок в конструктивном сочетании с драгоценным металлом. Традиционной формой огранки прозрачных камней является изобретённая ещё в XV-XVI вв. фасетная огранка. Ограночное сырьё свои свойства проявляет на малых поверхностях. Объективно оценить ювелирный камень в сырьё сложно. Стоимость его обычно определяется после огранки. За единицу измерения ограночного сырья (собственно ювелирных камней) принят метрический карат (200 мг).

Ниже приводится краткая характеристика наиболее распространённых минералов с использованием Методических указаний издаваемых в различные годы ВПО "Союзкварцсамоцветы".

Таблица 1

Классификация основных разновидностей камнесамоцветного сырья

Генетическая Форма Образований	Классификация по твёрдости				
	Высший (10)	1 (7,5-9)	2 (6,5-7,5)	3 (5-6,5)	4 (4 и меньше)
Ограночное сырьё					
Прозрачные кристаллы	Алмаз	Рубин, сапфир, хризоберилл, александрит, изумруд, аквамарин, гелиодор, воробьевит, берилл (св.з.), топаз, шпинель, цейлонит, гошенит, фенакит	Циркон, гиацинт, турмалин, рубеллит, дравит, верделит, индигалит, шерл, данбурит, демантоид, пироп, альмандин, спессартин, гроссуляр, гессонит, топазолит, эвклаз, кордиерит, сподумен, аметист, цитрин, дымчатый кварц, горный хрусталь, хризолит, андалузит, аксинит, эпидот	Скаполит, клиногумит, хромдиопсид, диоптаз, титанит, апатит, санидин, диопсид, шеелит, датолит, бериллонит, бразилианит	Сфалерит
Ювелирно-поделочное сырьё					
Отдельные кристаллы, в том числе с включениями		Астерорубин, астеросапфир, иризирующий рубин и сапфир, цимофан (хризоберилловый кошачий глаз)	Кварц-волосатик, кварц- авантюрин	Лунный камень (адуляр), лабрадор, пирит, авантюриновый полевошпат, энстатитовый кошачий глаз, астероэнстатит	
Друзы			Щётки уваровита, щётки аметиста, щётки кварца		
Агрегаты минералов (породы)			Жадеит, хризопраз, розовый кварц, аметистовидный кварц, периливит, халцедон цветной, празем, агат, сердолик, сардек, сардоникс, кахолонг, окаменелое дерево (халцедоное), соколиный глаз, тигровый глаз, криптомелан, гидрогроссулярит, везувианит, авантюриновый кварцит, льдистый кварц, яшма, роговик, джеспилит, графический пегматит,		

			рисунчатый кремнь, хлормеланит, ирнимит		
--	--	--	--	--	--

1.1.1. Рубин и сапфир

Рубин и сапфир - Прозрачные драгоценные разновидности корунда. Их названия происходят от латинских слов "ruber" и "sapphires", означающих "красный" и "синий" соответственно. На Руси они назывались красным или синим яхонтом.

В настоящее время рубином принято именовать благородные корунда красной окраски - от светло-красной до малиново-красной, а сапфиром - синие и других расцветок. Поэтому название "сапфир" сопровождают указанием цвета минерал» (сапфир синий и т.д.).



Корунд принадлежит классу простых окислов. Его состав с примесью железа, титана, хрома, ванадия и др. состав драгоценного корунда приводится в табл.2. Оригинальная окраска благородного корунда обусловлена присутствием в его кристаллической решётке изоморфных присадок, образующих хромофорные центры. Так, красная окраска рубина связана с наличием ионов Cr^{3+} , изоморфно замещающих Al^{3+} в шестерной координации. В рубинах его содержание варьирует от 0,1 до 4%. В лучших из них (цвета голубиной крови из Бирмы) присутствует до 2% Cr_2O_3 .

Наличие в рубине других примесей придаёт минералу самые различные оттенки. Красно-фиолетовый цвет, например, связан с одновременным присутствием ионов V^{3+} , а пурпурный - Fe^{3+} . Синяя окраска сапфира вызвана ионами Fe^{2+} и Fe^{3+} и парами ионов $Fe^{2+} - Fe^{2+}$ и $Fe^{3+} - Fe^{3+}$, а зелёная - ионами Fe^{2+} и повышенной концентрацией пар ионов $Fe^{3+} - Fe^{3+}$. Возможно у некоторых синих сапфиров окраска связана с ионами Fe^{2+} и Ti^{4+} .

Рубины и сапфиры, обладающие оптическим эффектом шестилучевой звезды, благодаря отражению света от микроскопических включений, главным образом, рутила, называются астериксами. Эти включения располагаются в плоскости, параллельной пинакоиду, в трёх направлениях под углом 120° друг к другу. Когда они закономерно ориентированы только по одному направлению, в сапфирах и рубинах проявляются лишь шелковистые золотисто-зелёные переливы., напоминающие радужную оболочку кошачьего глаза. Такие камни получили название рубин или сапфир - кошачий глаз.

Корунд образует формы в дитригонально-скаленоэдрической симметрии тригональной сингонии. Для рубина характерна призматическая или таблитчатая форма кристаллов, реже встречается бипирамидальная. Кристаллы сапфира разнообразнее по габитусу: бипирамидальные, пирамидальные, бочковидные, ограниченные пинакоидом, пластинчатые, ромбоэдрические.

Таблица 2

Химический состав рубина и сапфира (вес. %)

Компоненты	Рубин				Сапфир		
	Светло-красный (Бирма)	Тёмно-красный (Бирма)	Тёмно-красный (Полярный Урал)	Красный (Средний Урал)	Голубой (Австралия)	Светло-голубой (Австралия)	Голубовато-зелёный (Австралия)
SiO_2	0,14	0,54	0,03	-	0,08	0,16	1,30
TiO_2	-	-	0,39	0,56	0,18	0,05	0,01
IrO_2	-	-	-	-	0,02	следы	2,2
Al_2O_3	98,80	97,50	92,04	98,57	96,40	96,90	93,90
Cr_2O_3	0,94	1,81	3,72	0,66	0,02	0,02	0,02
Fe_2O_3	0,01	0,02	2,86	-	1,0 ^x	1,0 ^x	1,1 ^x
FeO	-	-	-	0,21	-	-	-
V_2O_3	0,03	0,06	0,06	-	-	-	-
NiO	-	-	-	-	-	-	-
MnO	-	-	-	-	0,02	0,02	0,02

<i>MgO</i>	0,02	0,03	-	-	0,05	0,05	0,05
<i>CaO</i>	-	-	-	-	0,05	0,05	0,05
<i>CuO</i>	0,002	0,002	-	-	-	-	-
<i>CoO</i>	0,017	0,035	-	-	-	-	-
<i>MgO₃</i>	0,005	0,012	-	-	-	-	-
Сумма	100,11	100,43	99,10	100,00	97,70	98,10	97,90

Примечания.

Анализы: 1, 2 по Р.А. Диру и др. (1966);

3 по Сорокину Ю.П. и Перевозчикову Б.В. (1973);

4 по Белянкину Д.С. и др. (1965);

5, 6, 7 по Х. Конатхану (1972).

х) – Включая *FeO* в пересчёте на *Fe₂O₃*

Поверхности боковых граней кристаллов рубина и сапфира ровные или ступенчатые, покрытые штрихами. Спайность отсутствует, но вследствие полисинтетического двойникования в той или иной степени проявлена отдельность по ромбоэдру и пинакoidу. Излом минерала от неровного до раковистого, блеск - стеклянный, яркий, напоминающий алмазный. Твёрдость корунда 9 (по Моосу), уступает только алмазу. Плотность благородных корундов колеблется в пределах 3,960-3,997. Минерал оптически одноосный, отрицательный; N_e - 1,6506, N_o - 1,7687, у зелёных сапфиров, обогащённых железом, N_e повышается до 1,77, а N_o до 1,78. Тёмноокрашенные рубины из штата Монтана (США) характеризуются несколько повышенными показателями преломления: N_e - 1,767, N_o - 1,779.

Рубины и цветные сапфиры обладают плеохроизмом; схема абсорбции $N_o > N_e$. Способность к плеохроизму не сильно выражена, но иногда, особенно у густоокрашенных камней, плеохроизм бывает отчётливым и должен учитываться при обработке камня. С целью некоторого усиления бледной или ослабления темной окраски его ориентируют определённым образом: в первом случае плоская грань камня вырезается параллельно пинакoidу, а во второй - перпендикулярно к нему.

1.1.2. Шпинель

Прозрачная ярко окрашенная шпинель является драгоценным камнем и применяется с доисторических времен в качестве украшений также, как рубин, от которого её не всегда удавалось отличать. Название минерала, как полагает, происходит от латинского слова "spina", означавшего шип, благодаря остроконечной форме кристалла. На Востоке и в России драгоценная шпинель была известна под названием "лад".

Шпинель принадлежит к классу сложных окислов. Общая формула минерала $MgAl_2O_4$, где вместе с магнием присутствует двухвалентное железо, либо цинк, либо оба вместе.

Различаются следующие разновидности: собственно шпинель-магниева; хлорошпинель - травяно-зелёная разновидность магниевой шпинели, в которой часть алюминия замещена трёхвалентным железом; плеонаст (цейлонит) - зелёная, чёрная, тёмно-бурая железо-магниева, с содержанием закиси железа до 23%; ганношпинель - цинково-магниева разновидность синей, коричневой или чёрной окраски; ганит-цинковая разновидность шпинели серовато-зеленого до тёмно-зелёного цвета; герцинит - чёрная, железистая, с содержанием закиси железа до 41,3%; пикотит - тёмно-коричневая хромсодержащая разновидность герцинита.

Собственно шпинель в качестве примесей обычно имеет хром, железо, марганец. Теоретический состав: *MgO* - 28,2%, *Al₂O₃* - 71,8%. Окраска разнообразная: красная, фиолетово-красная, фиолетовая, розово-красная, розовая, оранжево-красная, жёлтая, травяно-зелёная (хлорошпинель).

В качестве ценного ювелирного камня в основном используются красные, фиолетово-красные, розово-красные и розовые разновидности, реже ярко-зелёные и ярко-синие, ввиду их редкости.

К теоретическому составу наиболее близка красная шпинель. Прозрачная красная шпинель из аллювиальных россыпей Шри-Ланки содержит (в. Вес. %): MgO - 28,10; Al_2O_3 - 70; SiO_2 - 0,74; TiO_2 - 0,10; Cr_2O_3 - 0,39; FeO - 0,45; CaO - 0,06.

Красная и розовая окраска шпинели обусловлена примесью хрома, замещающего алюминий, а фиолетово-розовая, фиолетово-красная связана с изоморфным замещением части алюминия хромом и двухвалентным железом одновременно. Синяя, зелёная и бурая окраска вызвана присутствием ионов двух- и трёхвалентного железа в кристаллической решётке минерала.

Шпинель кристаллизуется в гексоктаэдрическом виде симметрии кубической сингонии в форме октаэдрических кристаллов с хорошо развитыми гранями октаэдра. Характерны двойники по шпинелевому закону (срастание по грани октаэдра). Минерал оптически изотропен, блеск в бездефектных образцах очень яркий, излом раковистый, спайность не выражена, хрупок. Твёрдость 8-8,25 по Моосу. Плотность розовых и красных разновидностей 3,58-3,61, а в зелёных и синих повышается до 3,68-3,80. Показатели преломления изменяются от 1,712 до 1,80; у красной шпинели он не выше 1,74, а у синей достигает значения 1,77-1,80.

По окраске красная шпинель очень похожа на рубин. Некоторые крупные камни, считавшиеся рубином, после тщательной диагностики оказались шпинелью, например, знаменитые камни британской короны "Чёрный принц" и "Тимур-рубин".

При огранке кристаллам шпинели придаётся ступенчатая, бриллиантовая или комбинированная форма. Применяется также огранка в форме кабошона.

В США розничные цены на огранённые камни шпинели ювелирного качества в 1985 г. варьировали от 30 до 1100 долларов за карат.

1.1.3. Изумруд

Изумруд — изумрудно—зеленая разновидность берилла. Прозрачные кристаллы изумруда относятся к драгоценным камням 1-го порядке (Ферсман, 1960; Киевленко и др., 1974).

Греки и римляне называли его "смагдус" или "смагдос", в Западной Европе это название превратилось в "эсмеральд", от которого, по-видимому, произошло и английское слово "эмеральд".

Изумруд соответствует формуле $Be_3Al_2[Si_6O_{18}]$ и принадлежит к кольцевым силикатам. Минерал оптически одноосный, отрицательный. Изумруд и обыкновенный берилл по составу очень близки, различаются лишь содержанием отдельных элементов. Так, для изумруда характерно повышенное содержание хрома и несколько пониженное алюминия (табл.3); кроме того, в изумруде отмечается (в %): железо до 1, магний до 3, ванадий 0,05-0,5, литий по 0,15, сотые доли процента и менее никеля, кобальта, меди, щёлочи до 3 и вода до 3.

Цвет изумруда обусловлен присутствием окиси хрома, на что указывает прямая зависимость окраски минерала от содержания в нём хрома. Так, светло-зелёные кристаллы изумруда содержат 0,10-0,20% окиси хрома (Изумрудные копи, Урал; Мустард, Новелло-Клаймс, Южная Родезия и др.), а густо-зелёные - 0,50-0,60, реже 1% (Изумрудные копи, Урал; Шикванда, Сандвлана, Южная Родезия). Ряд авторов (Меренков, 1936; Naccon, Jackson 1970) отмечает, что окраска изумруда иногда обусловлена присутствием ванадия.

Изумруд встречается обычно в виде кристаллов гексагональной формы с хорошо развитыми гранями призмы и пинакоида. Грани дипирамид развиты хуже и нередко отсутствуют. Кристаллы в этом случае имеют плоские или куполообразные вершины. Грани призм часто покрыты вертикальными штрихами. Встречаются кристаллы, sdвойникованные по пирамиде 2-го порядка. Изредка находят друзы и шестоватые агрегаты изумруда. Необычной формой обладают некоторые колумбийские кристаллы, известные под названием "trapiche emerald" с полый конусообразной внутренней частью, расположенной по длинной оси кристалла. В сечении корневой части таких кристаллов хорошо видно шестиугольное отверстие. Кристаллы изумруда обладают несовершенной спайностью по призмe и пинакoiду. Твёрдость его по шкале Мооса 7,5-8,0, минерал хрупкий, при раскалывании образует неровный, часто раковистый излом.

Таблица 3

Химический состав изумруда и обыкновенного берилла

Окислы	Изумруд				Берилл
	Урал	Австралия Пууна	Южная Родезия Сандавана		Урал
SiO_2	64,69	64,42	65,00	63,84	66,03
TiO_2	Не обн.	-	-	-	-
BeO	13,37	14,28	13,60	13,28	12,33
Al_2O_3	15,16	18,03	14,20	18,06	18,95
Cr_2O_3	0,19	0,23	0,50	0,60	-
Fe_2O_3	0,35	0,05	0,50	-	0,42
FeO	-	Следы	-	0,30	-
MnO	Следы	0,19	-	-	-
MgO	1,89	0,52	3,00	0,75	0,21
CaO	0,80	0,16	-	-	0,78
Na_2O	1,80	0,48	2,00	2,03	0,63
K_2O	Следы	0,14	-	0,05	0,55
Al_2O	0,09	Следы	0,15	0,10	0,105
H_2O^+	1,29	1,60	-	1,07	0,55
H_2O^-	Не обн.	-	-	-	-
Сумма	99,60	100,10	98,95	100,08	100,67

Примечание. Анализы 2,6 – по К. А. Власову, Е. И. Кутуковой, 1960.

3 – по А. А. Беусу, Ю.П. Дикову, 1960.

4,5 – по Г. Бэнку (Bank), 1964.

Для изумруда характерна зелёная окраска различной интенсивности. Наиболее красивые и потому самые ценные - кристаллы, окрашенные в густой изумрудно-зелёный цвет. Наблюдаются вариации оттенков цвета: голубоватый оттенок присущ кристаллам Колумбии (Чивор, Коскуэз), желтоватый - изумрудам Южной Родезии (Синда-вана и др.). Как правило, для кристаллов изумруда характерна зональность окраски, которая чаще всего проявлена по пинакоиду (осевая зональность), реже по призме (кольцевая, зональность), перпендикулярно длинной оси кристалле. Периферийная часть кристаллов почти всегда окрашена слабее.

Степень прозрачности кристаллов изумруда различна. Совершенно прозрачные кристаллы считаются ювелирными, но они редки. Чаще кристаллы бывают мутными из-за включений, коррозии или трещин. Подобные кристаллы на колумбийских месторождениях называют «maralla» (Johnson, 1961).

Блеск кристаллов изумруда стеклянный. Некоторые кристаллы обладают свойством иризации, что объясняется наличием тончайших трещин внутри кристалла. Размеры кристаллов изумруда по длинной оси варьируют от 2-5 до 20 см. Качественные ювелирные кристаллы обычно мелкие, не длиннее 5 см. Находки крупных кристаллов ("Патриция" 6,5х8х12 см из Колумбии или "Изумруд Каковнина" весом 11130 карат, Урал) уникальны.

Плотность минерала колеблется от 2,64 для светлых кристаллов изумруда до 2,75 для густо окрашенных. Показатели преломления N_g - 1,576-1,590, N_p - 1,572-1,584. Прозрачные разности изумруда при нагревании становятся мутными. Перед паяльной трубкой минерал плавятся тем легче, чем

больше щелочей в его составе. В кислотах практически не растворяется, устойчив в экзогенных условиях.

Среди вклинений в кристаллах изумруда различаются твёрдые, жидкие и газообразные. Они захватываются кристаллами во время роста или залечивают в них трещины. Твёрдые включения иногда прорастают кристалл насквозь. Нередко включения занимают всю центральную часть кристалла, а периферийная его часть остаётся чистой. Эти явления наиболее часто отмечаются на месторождениях СССР, Индии, Южной Родезии, ЮАР. Минеральный состав твёрдых включений зависит от состава вмещающих пород. Так, для месторождений, связанных со слюдами, характерны включения флогопита, мусковита, талька, корундофиллита, актинолита и т.п. Внутри кристаллов колумбийских изумрудов отмечаются кубики золотистого пирита; нередко наблюдается инкрустация кристаллов изумруда кварцем, пиритом и гетитом, внешне эти кристаллы очень эффектны. Кроме того, в изумрудах Музо отмечаются включения углистых частиц.

1.1.4. Берилл и топаз

Берилл - кольцевой алюмосиликат, химическая формула которого $Be_3Al_2[Si_6O_{18}]$. В качестве примесей могут присутствовать: 1) катионы двух- и трёхвалентного железа, хрома, скандия и магния, изоморфно замещающие алюминий; 2) щелочные и щелочноземельные ионы калия, натрия, лития, цезия, рубидия, кальция, бария и вода, заполняющие трубчатые каналы в структуре минерала. Для некоторых бериллов типичны примеси гелия и, иногда, аргона (Беус, 1956).

По содержанию примесных щелочей ювелирный берилл можно разделить на следующие типы: а) бесщелочные - собственно берилл, аквамарин; б) слабо щелочные (0,5-1% щелочей) - гелиодор; в) щелочные (1-2% щелочей); г) сильно щелочные с литием, рубидием и цезием (от 2 до 1% щелочей) - ростерит, воробьевит. Наиболее распространены бесщелочные разновидности берилла.

Берилл кристаллизуется в гексагональной сингонии дипирамидального вида симметрии. Габитус кристаллов в значительной степени определяется условиями образования и характером элементов-примесей. Для бесщелочных и слабо щелочных бериллов характерны вытянутые призматические формы, для сильно щелочных разновидностей - короткостолбчатые и таблитчатые. Кристаллы, образовавшиеся в миароловых пустотах в условиях свободного роста, обладают наиболее полным набором граней простых форм симметрии и имеют, помимо гексагональных призм, хорошо выраженные пинакоидные головки, дипирамиды и другие простые формы. В условиях стеснённого роста концевые грани, как правило, не развиваются.

Удельный вес берилла 2,6-2,9. Причём бесщелочные и слабо щелочные разновидности имеют наименьший удельный вес 2,6-2,67, щелочные - 2,67-2,73 и сильно щелочные бериллы - 2,9. Показатель преломления также зависит от щёлочности берилла, возрастая с увеличением последней (от 1,568 до 1,602 по N_0 и от 1,564 до 1,595 по N_e). Твёрдость минерала не постоянна и варьирует от 7,5 до 8,0. Блеск стеклянный, жирный, спайность неясная. Минерал одноосный, оптически отрицательный.

К ювелирным разновидностям относятся разноокрашенные (и бесцветные) прозрачные и бездефектные кристаллы берилла, интенсивность окраски повышает ценность камня. Окраска берилла обусловлена присутствием примесей различных элементов-красителей. Зелёную окраску кристаллов вызывает присутствие в них окисного и закисного железа, голубую и синюю - только окисного трёхвалентного железа, а золотистую - только закисного железа. Розовые и фиолетово-красные тона сильно щелочных бериллов связаны с присутствием в их составе редких щелочей лития, цезия, рубидия.

Топаз - минерал с химической формулой $Al_2[Fe,OH]SiO_4$. В качестве примесей в незначительных количествах могут присутствовать калий, натрий, кальций, магний, железо, хром, титан.

Топаз кристаллизуется в ромбо-дипирамидальном виде симметрии ромбической сингонии. Форма кристаллов короткостолбчатая, реже длиннопризматическая, для них обычно обилие простых форм. По кристаллографическим особенностям топазы подразделяются на следующие габитусные типы:

1) Мурзинский - кристаллы имеют почти изометричный габитус с хорошо развитыми призмой и пинакоидом, характерны также грани дипирамиды и диэдра;

2) Ильменский - кристаллы обладают бочонкообразным габитусом; пинакоид сильно сужен рядами дипирамид; призма (110) придаёт кристаллам гексагональный облик;

3) Коростеньский - для кристаллов характерны хорошо развитые грани призмы и отсутствие пинакоида;

4) Шерловогорский тип (как и борщовочный) - кристаллы имеют удлинённый габитус, относительно равномерно развитую призму и отчётливо выраженный диэдр.

Топазу свойственна высокая твёрдость (8 по шкале Мооса) и совершенная спайность в одном направлении. Удельный вес его также достаточно высок и составляет 3,52-3,57. Блеск минерала стеклянный, на плоскостях спайности перламутровый.

Природная окраска топазов весьма разнообразная: нежно-голубая, синяя, синевато-зеленая, винно-жёлтая, чайно-жёлтая, бурая, розовая, красновато-фиолетовая. Широко распространены также бесцветные водяно-прозрачные разновидности. Встречаются полихромные кристаллы топаза, содержащие зоны разного цвета или одного цвета, но разной интенсивности.

Окраска топазов обусловлена присутствием различных примесей элементов-красителей (Киевленко и др., 1974). Так, голубая окраска вызвана наличием в минерале одновременно окисного и закисного железа, а розовая - примесью лишь одного окисного железа. Весьма устойчивые розовая и красно-фиолетовая окраски кочкарских топазов со Среднего Урала обуславливаются примесью трёхвалентного хрома, изоморфно замещающего алюминий. Окраска топазов, как правило, неустойчивая - под длительным воздействием солнечного света топазы обесцвечиваются. Восстановить, изменить или усилить окраску можно искусственно с помощью термического воздействия или радиоактивного облучения. Так, облучение бесцветных топазов рентгеновскими лучами вызывает появление коричнево-оранжевой или янтарной окраски, которую объясняют наличием дефектов кристаллической решётки минерала и потерей кислородом электронов, переходящих в свободное состояние. Такая окраска ещё более неустойчива и при длительном пребывании минерала на солнце или при нагревании его до 300°C исчезает. Бурые и желтые бразильские топазы при нагревании приобретают розовый и красный цвета.

1.1.5. Турмалин

Благородные разновидности турмалина издавна используются в качестве ограночного камня. Это обусловлено высокой твёрдостью, отсутствием спайности, сильным блеском, а главное - красотой и богатством цветовой гаммы турмалина.

Турмалин - это алюмоборосиликат кольцевого строения, отличающийся сложным химическим составом, что вызвано широким проявлением изоморфных замещений. Обобщённая формула турмалина $Na(Mg, Fe^{2+}, Mn, Li, Al, Fe^{3+})_3 Al_6 [(BO_3)_3 [Si_6 O_{18}] (OH, Fe)_4]$. Правая часть формулы соответствует алюмоборокислородному радикалу, характерному для всех разновидностей минерала, который мало изменяется по содержанию составляющих элементов. В кристаллической структуре минерала этот радикал образует изолированные двухслойные кольца. Левая часть формулы представлена ионами натрия (иногда и кальций), которые находятся в кристаллической решётке в шестерной координации кислорода и связывают кольцевые радикалы друг с другом по оси "с". В центральную часть формулы входят катионы, содержание которых подвержено резким колебаниям. В кристаллической структуре минерала все катионы центральной части формулы находятся в шестерной координации кислорода и образуют винтообразные цепочки, соединяющие кольцевые радикалы по тройным осям элементарной ячейки и являются типоморфными: их соотношение определяет образования разновидностей минерала, которые составляет природные изоморфные ряды турмалина.

Среди турмалинов различают: 1) шерл - чёрный, богатый железом; 2) дравит - коричневатый, жёлтый или зелёный, обогащённый магнием; 3) эльбаиты (ахроит - бесцветный, рубеллит - розовый, красный, пурпурный, верделит - зелёный, индиголит - синий) - щелочные, содержащие натрий, литий и фтор; 4) тсилаизит - жёлтый, богатый марганцем; 5) хром-турмалин - изумрудно-зелёный, обогащённый хромом.

По относительному содержанию магния, железа, лития и марганца среди турмалинов выделяются два основных изоморфных ряда: шерлит-дравитовый и шерлит-эльбаит-тсилаизитовый. В

современном ювелирном деле используются главным образом цветные турмалины шерлит-эльбаит-тсилаизитового ряда. По данным Г.П. Барсанова и М.Е.Яковлевой (1966), среди эльбаитов этого ряда выделяют две группы: первая - розовые и красные рубеллиты, ахроиты и полихромные разновидности с зональной розово-красной окраской, суммарное содержание железа в них меньше 1%; вторая - зелёные верделиты, синие индиголиты и их полихромные разновидности, суммарное содержание железа в них достигает 7-8%. Эта группа является связующей между эльбаитами и шерлитами. Тсилаизит по составу близок к эльбаиту. Принято считать эльбаитами турмалины с содержанием окиси марганца менее 3%.

В турмалинах обычно содержится 35-38% кремнезёма, 8-11% окиси бора, вода присутствует в форме гидроксила 0,6-5,4%, которые замещается фтором (Сливко, 1962); как примеси отмечаются K , Ca , Ti , V , Be , Rb , Cs , Zn .

Все известные разновидности турмалина кристаллизуется в дитригонально-пирамидальном классе тригональной сингонии. Габитус кристаллов длиннопризматический, столбчатый, короткопризматический и игольчатый. По характеру развития граней вертикального пояса различают два габитусных типа - гексагонально-призматический с поперечным сечением шестиугольной формы и тригонально-призматический, поперечное сечение которого приближается к сферическому треугольнику. Кристаллы турмалина бывают одно- и двухголовые. На головках кристаллов развивается своеобразный комплекс граней с большим (до 30 и более) числом простых форм. Турмалины эльбаитового ряда встречаются в виде хорошо образованных кристаллов, а также в форме сросшихся индивидов, шестоватых и радиально-лучистых агрегатов. Размеры кристаллов очень разнообразны и составляют от нескольких сантиметров до десятков сантиметров в длину и от нескольких миллиметров до 6-10 см в поперечнике. Обычные размеры кристаллов благородного турмалина 1-5 см в длину и 0,5-2 см в поперечнике. Наиболее крупные кристаллы рубеллита и верделита, добытые на отечественных месторождениях, достигали 15-20 см в длину при поперечнике 6-8 см; на месторождениях Калифорнии попадались экземпляры ювелирного рубеллита размером до 25x10 см.

Физические свойства турмалинов зависят от химического состава. Цвет минерала весьма разнообразен и чрезвычайно чувствителен к незначительным колебаниям содержания элементов-хромофоров. Этим обусловлено не только разнообразие цветового диапазона окрасок, но и развитие полихромных (двух-, трёх- и даже пятицветных) кристаллов, типичных для турмалинов эльбаитового ряда. Окраска турмалинов, по данным С.В.Грум-Гржимайло (1956), полученным при изучении кривых спектров поглощения, вызвана присутствием ионов марганца и железа. При этом красный или розовый цвет обусловлен ионами марганца, зелёный, - двухвалентного железа, а синий - одновременным присутствием двух- и трёхвалентного железа. При нагревании до 400° наблюдается необратимое обесцвечивание розового турмалина, что связано, видимо, с парованием окиси марганца в закись под влиянием превращения закиси железа в окись в процессе прокаливании (Грум-Гржимайло, 1948).

В ходе пегматитового процесса в системе меняются концентрация железа и марганца и валентность их ионов, что отражается на составе образующихся эльбаитов. Это, в свою очередь, обуславливает чрезвычайное разнообразие цветовой гаммы и резкие колебания интенсивности окраски кристаллов турмалина даже в одном пегматитовом теле, а также появление полихромных многозональных кристаллов как типичных образований. В многозональных кристаллах различают два типа зональности: поперечно-полосчатую со сменой цвета и тональности окраски вдоль удлинения кристалла, и концентрическую со сменой окраски поперек удлинения в виде разноокрашенных цилиндров, как бы вставленных один в другой. Последовательность смены цвета в полихромных эльбаитах закономерна. Образование зон разного цвета идёт в последовательности: чёрный (ранний) - синий - зелёный - бесцветный - розовый - бесцветный П - светло-зелёный П - бледно-розовый П - чёрный П (поздний шерл). Естественно, что полный набор цветовых зон в одном кристалле практически никогда не встречается. Достаточно часты кристаллы с 3-5 зонами, наиболее распространенными из которых являются зоны чёрного, розового и зеленого цвета разных оттенков. Встречаются кристаллы и с аномальной сменой цветовых зон.

Для цветных турмалинов характерен плеохроизм, который необходимо учитывать при обработке камня.

Твёрдость турмалина высокая и колеблется от 7 до 7,5 по шкале Мооса, достигая наибольшей величины в бездефектных кристаллах; излом минерала раковистый.

Плотность составляет 2,92-3,26 и зависит от химического состава минерала. Наиболее низкая плотность у рубеллитов (3,012-3,049), средняя характерна для верделитов (3,047-3,075) и наибольшая для шерлов (3,1-3,2), по М.М.Сливко (1955).

Установлена также прямая зависимость между плотностью и показателями преломления турмалина. Разности с низкой плотностью, как правило, имеют меньшие показатели преломления. Так, рубеллиты имеют следующие показатели преломления: N_g - 1,634-1,642, N_p - 1,616-1,624; верделиты N_g - 1,637-1,648, N_p - 1,613-1,628; шерлы N_g - 1,658-1,668, N_p - 1,628-1,633 (Сливко, 1955; Барсанов, 1966).

Турмалин - полигонный минерал, но цветные его разновидности, используемые в ювелирном деле, связаны исключительно с гранитными пегматитами с литиевой минерализацией. Дравиты - бурые магнезиальные турмалины - развиты главным образом в контактовых пегматитах (пегматитах "линии скрещения", по А.Е.Ферсману). По мнению А.Е.Ферсмана (1960), турмалины кристаллизуются в геофазы F и G из надкритических газообразных флюидов в следующей последовательности: чёрные - синие - зелёные - розовые - бесцветные.

В пегматитах наиболее развиты шерлы, которые встречаются в жилах полей различных формаций и часто в значительных количествах. Шерлы образуются, главным образом, в первый калиевый этап развития пегматитового процесса (Гинзбург, 1955; Родионов, 1965), который относится к стадии первичной кристаллизации и широко проявлен в пегматитах большинства выделяемых типов, особенно в слабо замещенных жилах.

Синие и зелёные турмалины связаны с редкометально-замещёнными пегматитами, появляются они в натриевый этап развития пегматитового процесса, который относится к стадии метасоматоза (Гинзбург, 1955, 1960). Геохимически данный этап характеризуется повышением концентрации ионов двухвалентного марганца (при наличии в растворах ионов двухвалентного железа), который вместе с натрием является наиболее характерным элементом большинства образующихся в это время минералов. Наличие Fe^{2+} и Mn^{2+} обуславливает у многих минералов этого типа характерную зелёную окраску. Вместе с зелёными и синими турмалинами встречаются зелёный мусковит, манганопатит, трифилит-литиифилит, спессартин, касситерит, колумбит-танталит, берилл и др.

Розовые, красные, бесцветные и полихромные турмалины связаны с редкометально-замещёнными пегматитами, причём с теми, в которых проявился поздний литиевый этап развития (Гинзбург, 1955, 1960). По классификации А.Е.Ферсмана, такие пегматиты относятся к литиевому подтипу. У натролитиевого типа и VI марганцево-фосфатному типу (Ферсман, 1960). Геохимически этот этап характеризуется высокой концентрацией летучих, в первую очередь фтора и бора, а также едких щелочей, тантала и др. Характерен и более высокий кислородный потенциал, что находит своё выражение в проявлении соединений марганца высшей валентности, придающих большинству минералов этого этапа образования розовую и фиолетовую окраску (при отсутствии железа). Наряду с цветными турмалинами в этот этап образуются такие типоморфные минералы, как лепидолит, воробьевит, розовый апатит, кунцит, розовые литиифилиты, манганотанталит, симпсонит, торолит, поллуцит и др. Таким образом, основная масса цветных турмалинов образуется в период широкого развития процессов замещения первичных зон пегматитов, когда флюидные компоненты начинают играть решающую роль. При этом важно подчеркнуть, что эльбаиты, благородные разности, которых представляют собой ценное ограночное сырьё, образуются в тесной парагенетической и пространственной связи с лепидолитовой минерализацией и в пегматитах без лепидолита практически не встречаются.

Исследуя газово-жидкие включения в цветных турмалинах из занорышей пегматитов, М.М.Сливко (1952,1955) пришёл к выводу, что они образовались в гидротермальную стадию пегматитового процесса при температурах от 210 до 320°C. В настоящее время термометрических данных для окончательного суждения об условиях образования кристаллов благородного турмалина явно недостаточно.

1.1.6. Хризолит

Хризолит является прозрачной разновидностью оливина. Его название происходит от греческих слов "хризос" - золото и "литое" -камень и обусловлено золотисто-зелёным цветом минерала. За рубежом ювелирные разновидности оливина часто именуют перидотом.

В течение многих лет "уральскими хризолитами" называли демантоиды Урала (прозрачные зеленые разновидности граната андрадита).

Химическая формула хризолита - $(\text{Mg}, \text{Fe})_2\text{SiO}_4$. Он является железистой разновидностью форстерита, содержащей от 10 до 30% фаялитового компонента. Химический состав ювелирных хризолитов представлен в табл. 4.

Хризолит кристаллизуется в ромбической сингонии; хорошо образованные призматически-дипирамидальные кристаллы его довольно редки, обычно он встречается в виде неправильных, изометричных зёрен размером от 2 до 15 мм.

Твёрдость по шкале Мооса составляет 6,5-7,0. Вязкость и твёрдость меняются по кристаллографическим направлениям, что затрудняет обработку камня. Спайность развита плохо. Излом раковистый, блеск стеклянный, несколько жирный. Удельный вес 3,32-3,50. Хризолит-минерал двусосный ($2V=80-83^\circ$), оптически положительный. Для него обычны следующие показатели преломления: $N_g=1,682$, $N_m=1,663$, $N_p=1,642$; двупреломление $N_g - N_p=0,040$. С увеличением содержания железа удельный вес и показатели преломления хризолита возрастают. Хризолит не подвергается заметному растворению в соляной кислоте, однако порошок его бурно реагирует с концентрированной серной кислотой. Температура плавления минерала около 1890° .

Цвет хризолита зелёный с различными оттенками - золотистым, жёлтым, фисташковым, травяным, оливковым и бурым. Работами ряда исследователей (Вобриевич и др., 1959; Webster, 1962) установлено, что зелёная окраска минерала вызвана закисным железом, а её яркость и интенсивность обуславливаются присутствием ионов никеля. В серпентинизированных оливиновых породах (дунитах) хризолит приобретает жёлтые и бурые оттенки. И. В. Белов (1958) отмечает, что при переходе закисного железа в окисное хризолит становится чёрным и непросвечивающим. Установлено, что хризолиты коренных месторождений имеют более интенсивную и равномерную окраску, нежели хризолиты россыпей. На одном и том же месторождении хризолиты могут иметь разную окраску: например, в кимберлитовой трубке Удачная в Якутии наблюдаются как светло-зелёные, так и бурые хризолиты.

Таблица 4

Химический состав хризолитов (вес.%)

Компо- ненты	Кимберли- товая трубка Удачная (ЯАССР)	Кимберли- товая трубка Мир (ЯАССР)	Хризолито- носные линзы Холбын- Хаир- ханского про- явления (Вост. Саян)	Анти-гори- товые прожилки острова Забергет (Красное море)	Хризо- лито- носные жилы массива Кугда (Кра- сноярский край)	Пегма- тоид- оливинит Бор-Уря- хского проявле- ния (Красно- ярский край)	Элювиально- делювиальные отложения массива Кугда (Краснояр- ский край)
SiO_2	41,62	40,20	40,35	40,70	41,30	41,62	40,48
TiO_2	Не опр.	Не опр.	Не опр.	Не опр.	Не опр.	0,08	0,05
Al_2O_3	-	-	0,74	-	0,50	0,20	0,40
Fe_2O_3	-	2,03	2,33	-	-	0,97	0,65
FeO	9,60	5,57	3,78	11,15	11,70	6,49	9,88
MgO	49,02	51,03	52,35	47,45	43,40	49,56	47,30

Cr_2O_3	0,01	He опр.	He опр.	-	He опр.	He опр.	0,03
CaO	He опр.	-	0,38	-	0,38	0,27	0,06
MnO	0,01	0,08	0,10	-	0,37	0,37	0,43
NiO	He опр.	0,29	He опр.	-	0,23	He опр.	0,35
K_2O	-	0,03	0,05	-	He опр.	0,15	0,13
Na_2O	-	0,25	0,04	-	-	0,12	0,10
P_2O_5	-	-	0,02	-	-	0,02	He обнаруж.
CoO	-	0,01	He опр.	-	0,02	-	-
H_2O	0,79	-	-	0,79	He опр.	He опр.	0,26
П.п.п.	-	0,08	-	-	-	0,20	0,43
Сумма	101,05(1)	99,57(2)	100,14(3)	100,09(4)	97,90(5)	100,05(6)	100,45(7)

Примечание. 1,6,7 – по Л.А. Попугаевой (1958);

2 – по Е. В. Францесон (1968);

3 – по И. С. Якшину (1973);

4 – по Е. Я. Киевленко (1974);

5 – по Т. Л. Гольдбурт (1969).

1.1.7. Группа гранатов

Гранат (от латинского “granatus”), названный так ещё в древности за сходство по цвету и форме кристаллов с зёрнами плода граната, объединяет группу минералов класса ортосиликатов с общей химической формулой $R_3^{+2}R_2^{+3}[\text{SiO}_4]_3$, где R^{+2} - Ca , Mo , Fe , Mn , а R^{+3} - Al , Fe , Cr , реже Ti и V . Теоретический и химический состав основных представителей группы гранатов приведён в табл.5 (по Е.Я.Киевленко и др., 1974).

Таблица 5

Теоретический состав гранатов (в вес. %)

Компоненты	Пироп	Альмандин	Спессартин	Уваровит	Гроссуляр	Андрадит
SiO_2	44,8	36,2	36,4	35,9	40,0	36,5
Al_2O_3	24,4	20,5	20,6	-	22,7	-
C_2O_3	-	-	-	30,6	-	-
Fe_2O_3	-	-	-	-	-	30,5
FeO	-	43,3	-	-	-	-
CaO	-	-	-	33,5	37,3	33,0
MnO	-	-	43,0	-	-	-
MgO	29,8	-	-	-	-	-
Сумма	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Все минералы группы разделяются на две подгруппы, характеризующиеся полным изоморфизмом; смесимость между подгруппами ограничена. Первая подгруппа объединяет минералы альмандинового ряда и названа по начальным буквам основных его членов - пироба, альмандина, спессартина - пиральспитами, а вторая - андрадитового ряда - уваровит, гроссуляр, андрадит - уграндитами.

Все минералы группы кристаллизуются в гексоктаэдрическом виде симметрии кубической сингонии. Кристаллы граната, как правило, хорошо образованы за исключением пироба и демантоида, для которых кристаллические формы не характерны. Известны друзы кристаллов граната. Размеры кристаллов колеблются в широких пределах от долей до десятков миллиметров.

Для минеральных индивидов физические свойства близки. Спайность отсутствует или несовершенная, параллельная додекаэдру. Твёрдость по шкале Мооса 6,5-8,0. Величина

двупреломления высокая от 1,705 до 2,000. Блеск стеклянный, часто с оттенком смолистого; у демантоида и топазолита (разновидности андрадита) - алмазный. Цвет минералов очень разнообразный и охватывает практически всю шкалу светового спектра - от белого до чёрного (исключая синий). Наиболее часто встречаются гранаты красного, коричневого, жёлтого, зелёного, розового и чёрного цветов различных тонов и оттенков. Цвет минералов определяется структурной примесью железа, марганца, хрома и титана. Бездефектные (без трещин, включений и т.п.) светло окрашенные кристаллы прозрачны, а густо окрашенные просвечивают чаще всего лишь в тонком сколе.

Гранаты широко применяются в промышленности как абразивный материал. Красиво окрашенные прозрачные разновидности его используются в ювелирном деле. По последней классификации (Киевленко и др., 1974) гранаты, кроме демантоида, гроссуляра и родолита, относятся к ювелирным камням IV порядка. Большая часть их (пироп, альмандин и др.) широко распространены и используются в недорогих ювелирных изделиях. Демантоид, гроссуляр и родолит, относящиеся к камням III порядка, ценятся очень дорого, особенно первый.

Ниже рассмотрим основные виды благородных (ювелирных) гранатов.

Ювелирные гранаты альмандинового изоморфного ряда - пиральспиты (первая подгруппа).

Пироп (по гречески пламенеподобный), названный так за красивый красный цвет, относится к магнезиально-алюминиевым гранатам и содержит пиропового компонента от 51,7 до 70%, альмандинового - от 9,4 до 22,5% и уваровитового от 2,2 до 11,9%. Присутствие последнего повышает интенсивность окраски и в густо окрашенных разновидностях уваровитовый компонент достигает максимума. Химический состав пиропов из разных месторождений довольно постоянен (табл.6).

Таблица 6

Химический состав ювелирных пиропов. (в вес. %)

Компоненты	Лингорка	Мируница	Удачная	Зарница	Де-Бирс
	(Чехословакия)		(Якутия)		(ЮжнаяАфрика)
SiO ₂	40,80	42,94	41,80	41,20	40,89
TiO ₂	-	-	0,13	0,76	-
Al ₂ O ₃	23,11	21,43	20,23	19,24	21,84
Cr ₂ O ₃	1,83	1,97	2,38	1,56	1,79
Fe ₂ O ₃	0,43	1,00	6,07	3,22	1,87
FeO	7,05	7,80	3,03	7,40	9,06
MnO	0,25	0,47	0,20	0,22	0,30
MgO	19,75	20,52	20,85	17,70	19,70
CaO	6,06	4,42	5,64	6,83	4,93
H ₂ O	1,04	-	0,09	1,12	-
Сумма	100,32	100,55	100,42	100,25	100,38

Примечание. 1,2 – по Л. Сикора (Sikora, 1952);
3,4 – по А. П. Бобриевичу и др. (1959);
5 – по М. Кральной (1965).

Пироп обычно встречается в виде округлых, иногда несколько сплюснутых зёрен размером от долей до 10 мм, редко более. Наиболее обычны размеры зёрен 2-4 мм, более крупные разновидности редки. Уникальными являются два пиропы из делювиальных россыпей Средне-Чешских гор. Первый, размером 18x27x33 мм, весил 468,5 карата, а второй, с голубиное яйцо, - 633,4 карата.

Бездефектные бледно окрашенные зёрна пиропы прозрачны, густо окрашенные просвечивают. Включения посторонних минералов редки. Пироп окрашен в красный, лиловый, розовый и оранжевый цвета различных тонов и оттенков, изредка встречаются почти бесцветные разновидности. Как ювелирные камни наиболее высоко оцениваются рубиново-красные и кроваво-красные пиропы, оранжевые и жёлтые разновидности ценятся ниже. Величина показателей преломления пиропов тесно связана с

интенсивностью окраски и оставляет у бледно окрашенных разностей 1,725, а у густо окрашенных 1,784, реже более. Твёрдость по шкале Мооса 7,0. Плотность колеблется от 3,60 до 3,86 г/см³.

Пироп является магматическим минералом, образующимся в условиях высоких давлений и температур. Обычно он встречается в виде равномерной вкрапленности в ультраосновных породах (кимберлитах, перидотитах и пироксенитах). Весьма устойчив в экзогенных условиях и накапливается в россыпях.

Крупные месторождения пироба, получившие широкую известность, находятся в Чехословакии. Здесь, в районе Средне-Чешских гор, начиная с XIII в. пироп добывается преимущественно из россыпей, образовавшихся при разрушении гранатосных эруптивных базальтовых брекчий.

В СССР (трубки Мир и Удачная - Западная Якутия), в Южной Африке (Кимберлей, Де-Бирс), Восточной Африке (месторождения в Танзании) и других странах мира пироп извлекается попутно из алмазосных кимберлитовых трубок. Небольшое количество высококачественного пироба добывается из комплексных россыпей драгоценных камней на острове Шри-Ланка.

Родолит ("розовый камень", греч.) является железистой разновидностью пироба и содержит две молекулы пиробового компонента, одну альмандинового и следы андрадитового и гросулярового рядов. В природе распространён нешироко, в виде мелких (до 2 см) хорошо огранённых кристаллов. Более крупные камни редки. Самый крупный из известных родолитов (США, штат Северная Каролина) весил 43,3 карата. Для ювелирных разностей характерны яркий блеск и красивая от бледно-до тёмно-розовой с пурпурным оттенком окраска. Показатель преломления 1,76; твёрдость по шкале Мооса 7,0; плотность 3,83-3,93 г/см³.

Родолит имеет, по-видимому, метаморфический генезис. Месторождения родолита были известны в США, в штате Северная Каролина, где ювелирный родолит извлекался попутно при разработке родолитосных гиперстеновых гнейсов на абразивное сырьё. Месторождения отработаны в начале XIX в.

Альмандин (по названию древнего местечка Алабанда, Малая Азия) является наиболее распространённым из ювелирных гранатов. Он относится к железисто-алюминиевым гранатам и содержит примерно равное количество пиробового и альмандинового компонента с небольшой примесью других гранатовых составляющих. Химический состав ювелирного альмандина, на примере месторождения Форт Врангеля, Аляска (Pabst, 1943), представляется в следующем виде (в вес. %): SiO_2 - 39,29; Al_2O_3 - 21,70; FeO - 30,82; MnO - 1,51; MgO - 5,26; CaO - 1,29. Твёрдость по Моосу 7,0-7,5. Показатель преломления 1,77-1,83. Плотность 3,83-4,30 т/м³. Для альмандина характерна высокая кристаллизационная способность и обычные для гранатов кристаллические формы ромбододекаэдра и тетрагонтриоктаэдра. На гранях часто развита штриховка. Размеры кристаллов варьируют в широких пределах от нескольких миллиметров до 44 мм, в ювелирном деле используются кристаллы не менее 5 мм. Основным дефектом альмандина, как ювелирного камня, является неоднородное строение минерала - зональность и включения посторонних минералов, что часто делает его непрозрачным и пригодным к использованию только в качестве абразивного сырья. Для альмандина наиболее характерна фиолетово-красная окраска, именуемая сериам; более редкими являются густо окрашенный, почти чёрный - обыкновенный гранат, с коричневым и тёмно-коричневым оттенком - фалум, красный глубокого чистого тона - драгоценный (благородный) гранат.

Ювелирный альмандин встречается в топазосных россыпях Бразилии, в золотосных россыпях Австралии и Уругвая, в пегматитах Малагасийской республики, в метаморфических сланцах на Аляске, в СССР (месторождения Кительское, Султан-Уиздагское и др.) и др. Наиболее качественные камни добываются из комплексных россыпей драгоценных камней острова Шри-Ланка в Бразилии. Кроме того, альмандин извлекается попутно с абразивным гранатом.

Спессартин (по названию местности Шпессарт в Баварии) - марганцево-алюминиевый гранат медово-жёлтого и жёлто-оранжевого цветов. Химический состав спессартина из Блюмовской копи на Урале составляет, (в вес. %): SiO_2 - 38,80; Al_2O_3 - 18,73; MnO - 20,19; Fe_2O_3 - 8,83; FeO - 9,19; CaO - 2,60. В небольшом количестве присутствуют титан и магний. Для высококачественных камней характерен тёмно-оранжевый оттенок, обусловленный примесью альмандинового компонента. Чистые спессартин в природе редки, чаще встречаются гранаты альмандин-спессартинового ряда, называемые эспессандинами, для которых характерна более густая окраска. Показатели преломления,

твёрдость и плотность спессартина и эспессандина близки и составляют 1,790-1,820; 7,0-7,03 (по Моосу) и 4,0-4,3 соответственно. Кристаллы в форме трапецоэдра, реже октаэдра невелики по размерам. Ювелирные камни весом более 5 карат редки. По характерным тонам окраски спессартин является более интересным камнем по сравнению с красными гранатами и ценится значительно дороже. Как и большинство гранатов, ювелирный спессартин не образует самостоятельных месторождений, а добывается попутно с другими драгоценными камнями (турмалином, топазом и т.п.) из пегматитов (США, штат Невада; Мексика, Сьерра-Сан-Педро; СССР, Урал и др.). Особенно красивые камни встречены в натролитиевых пегматитах в США (округ Рамона, шт. Калифорния) и в Малагасийской республике.

Ювелирные гранаты андрадитового изоморфного ряда - уграндиты (вторая подгруппа).

Гранаты андрадитового ряда встречаются значительно реже альмандинового. Благодаря очень высокой дисперсионной способности они обладают красивой игрой и ценятся очень дорого. Самые высококачественные образцы демантоида на мировом рынке приравняются в настоящее время к изумруду.

Уваровит (по фамилии президента Российской Академии наук графа С.С. Уварова) является кальциево-хромовым гранатом с уваровит-гроссуляровой основой и небольшим количеством андрадита. Химический состав уваровита из Сарановского хромитового месторождения на Урале представляется в следующем виде (в вес. %): SiO_2 - 35,18-37,11; Cr_2O_3 - 21,84-23,45; CaO - 30,34-32,22; Al_2O_3 - 5,68-6,25; FeO и MgO присутствуют в отдельных образцах в количестве 2,44 и 1,54 соответственно. В кристаллах некоторых месторождений Южной Африки и Финляндии присутствуют в небольшом количестве титан и магний.

Кристаллы уваровита, развивающиеся по стенкам трещин в виде щёток, обычно очень мелкие, не больше 0,5-1,0 мм в поперечнике. Индивиды размером 3 мм уникальны, однако на медном руднике Оуто-кумпу (Финляндия) добывались кристаллы, достигающие 1,5 см в длину (Киевленко и др., 1974). Характерная форма кристаллов - ромбододекаэдры.

Уваровит обладает ярким изумрудно-зелёным цветом, обусловленным окисью хрома. Присутствие железа усиливает зелёный цвет, а титана придаёт ему ржаво-зелёный оттенок. Показатель преломления уваровита 1,78-1,85, блеск стеклянный, твёрдость по Моосу 7,5-8,0. По своим декоративным качествам (блеску, цвету) уваровит - "уральский изумруд" не уступает демантоиду, но из-за крайне мелких размеров кристаллов в ювелирном деле практически не используется. Применяется уваровит как декоративный материал в виде щёток и мелких друз.

Уваровит образуется в результате воздействия гидротермальных растворов, производных гранитных интрузий, на ультраосновные породы. Развивается он, главным образом, на стенках трещин, пересекающих тела хромитовых руд. Проявления уваровита известны не только в СССР, но и в США, Канаде и других странах мира.

Гроссуляр - зелёная, цвета крыжовника (гроссулярия), кальциево-алюминиевая разновидность граната с небольшой примесью андрадитового компонента. Окраска минерала обусловлена присутствием трёхвалентного железа, изоморфно замещающего алюминий, причем, чем выше содержание красящего элемента, тем интенсивнее тон окраски. Камни, содержащие менее 2% железа, почти бесцветны, но даже незначительная примесь хрома выбывает ярко-зелёную окраску. Показатель преломления 1,735-1,800, твёрдость по Моосу от 6,5 до 7,5.

Характерная форма кристаллов ромбододекаэдры и тетрагонтриоктаэдры, но встречаются и искажённые формы. Размеры кристаллов изменяются в широких пределах, большинство кристаллов непрозрачно. В ювелирном производстве используются только чистые прозрачные кристаллы.

Гроссуляр встречается довольно часто в известковых скалах и продуктах гидротермального изменения серпентинитов и габбро. Месторождения гроссуляра известны в СССР, Индии, Пакистане и других странах. Наиболее известен гроссуляр из Пакистана, называемый "пакистанским изумрудом", он светло-зелёного цвета с сильным блеском, подобно демантоиду.

Кроме гроссуляра в ювелирной промышленности используется гидрогроссуляр. Наиболее известны гидрогроссуляры из США и Южной Африки, называемые аризонским и трансваальским жадом из-за внешнего сходства с жадеитом. Гидрогроссуляр - массивная мелкозернистая

полупрозрачная порода, мономинеральная с рассеянными зёрнами хромита. Как ювелирно-поделочное сырьё используются только зелёные и розовые разновидности гидрогроссуляра. Окраска первой обусловлена присутствием хрома, а второй - марганца. Показатель преломления гидрогроссуляра из Южной Африки 1,72-1,73; твёрдость по Моосу 7,5. В США он добывается из россыпей, а в Южной Африке из коренных месторождений, связанных с горизонтами габбро Бушвельдского массива.

Гессонит является железистой разновидностью гроссуляра, содержащей до 50% андрадитового компонента. Для гессонита характерна очень красивая медово-оранжевая окраска, реже встречается гессонит пурпурно-красной, лилово-красной (аметистоподобной) окраски. Внешне он очень похож на гиацинт (циркон), но обладает несколько меньшей твёрдостью, что обусловило его название (по гречески "эссон" значит более слабый, худший). Показатель преломления 1,742-1,748; твёрдость 7,0. Встречается гессонит только в известковых скалах как пневматолито-гидротермальный минерал. В небольшом количестве он добывается из комплексных россыпей драгоценных камней на острове Шри-Ланка. Находку его известны и у нас в стране на Среднем Урале (Ахматовская и Палкинская копи) и в Италии.

Демантоид является ювелирной разновидностью андрадита, окрашенной в ярко-зелёный цвет. Он обладает прекрасной игрой цвета, обусловленной сильным светопреломлением, и ярким блеском, особенно при искусственном освещении, что отразилось в названии камня: "диамант" - алмаз. По составу демантоид относится к кальциево-железистым гранатам (в вес. %): SiO_2 - 34,54; Fe_2O_3 - 31,43; CaO - 33,34 (Бобровское месторождение, Урал, по материалам А.В.Глазкова, 1961). Окраска минерала обусловлена присутствием окисного железа, яркость и интенсивность окраски усиливается примесью хрома, содержание которого не превышает обычно сотых долей процента.

Для демантоида не характерны хорошо выраженные кристаллические формы, чаще встречаются округлые или овальные зёрна, образно называемые горняками Италии "семенами асбеста". Для мелких зёрен характерно радиально-лучистое строение и включения серпентина и асбеста. Зёрна демантоида обычно мелкие и редко превышают 10 мм. Найденные в XIX в. два камня на Урале имели массу 29,8 и 50,5 г и считались уникальными. Коэффициент дисперсии демантоида составляет 0,057, что в два раза выше, чем у других гранатов. Показатель преломления 1,83-1,90; твёрдость 6,5 (ниже, чем у других гранатов), плотность 3,80-3,90 т/м³.

Месторождения демантоида известны только на Урале, где он иногда неправильно назывался "хризолитом". Отсюда демантоид, наряду с изумрудом экспортировался в конце XIX и начале XX вв.

Демантоид очень красив и довольно редок, ювелирами ценится значительно дороже, чем все другие гранаты.

Топазолит - редко встречающаяся разновидность андрадита. Из-за характерного медово- или золотисто-жёлтого цвета имеет сходство с топазом. Показатель преломления 1,84-1,89; твёрдость 6,5-7,0; плотность 3,75-3,85 т/м³. Топазолит встречается в виде мелких зёрен. Известные проявления топазолита в СССР, Италии, Швейцарии имеют лишь минералогическое значение.

1.1.8. Группа горного хрусталя

В настоящей работе рассматриваются бесцветные и окрашенные кристаллы кварца, используемые для огранки и всевозможных поделок (ювелирное и ювелирно-поделочное сырьё), а также декоративные друзы кристаллов кварца (коллекционный материал). Исключение составляет фиолетовый кварц - аметист, которому посвящён следующий раздел.

Группа горного хрусталя объединяет кристаллические разновидности низкотемпературной модификации кварца, устойчивой до температуры 673°C. Химическая формула минерала SiO_2 . Теоретический химический состав отвечает соотношению Si - 46,7 и O_2 - 53,3%. Наиболее близок к этому составу бесцветный горный хрусталь, но и он содержит примеси Fe , Al , Ti , Ca , Na , CO_2 , H_2O и др., суммарное количество которых составляет 0,1-0,2%. Одни примеси являются структурными, а другие присутствуют в виде мельчайших твёрдых и газовой-жидких включений.

Кварц кристаллизуется в тригональной сингонии (тригонально-трапецедрический вид симметрии). Наиболее развиты грани гексагональной призмы (1010) и ромбоэдров (1011) и (0111). Слабее развиты грани дипирамиды и тригонального трапецеэдра (5161). Обычный облик кристаллов коротко- и длиннопризматический, пальчато-игльчатый, уплощённо-пластинчатый.

У кварца отсутствует плоскость симметрии и центр инверсии, что обуславливает развитие правых и левых энантиоморфных кристаллов, различающихся по положению граней тригональной дипирамиды и тригонального трапецоэдра относительно ребра призмы.

Кристаллы кварца обычно сдвойникованы. Наибольшим распространением пользуются дофинейские и бразильские двойники, изредка встречаются японские.

Кварц имеет твёрдость 7,0 по шкале Мооса, плотность его обычно 2,651. Блеск стеклянный, спайность неясная по ромбоэдру, излом раковистый. Он стоек по отношению к кислотам и растворим только в плавиковой кислоте.

Кварц оптически положительный, одноосный минерал с показателями преломления: N_o - 1,544, N_e - 1,553. Двупреломление 0,009. Характерным свойством чистого горного хрусталя является способность пропускать ультрафиолетовые и инфракрасные лучи вращать плоскость поляризации световой волны. Эти свойства кварца используются в оптике. Прозрачные кристаллы кварца, лишённые двойников, включений и структурных дефектов, обладают резко выраженным пьезоэлектрическим эффектом, в связи с чем широко применяются в ультразвуковой технике и радиоприборах.

По окраске в группе горного хрусталя выделяются 1) собственно горный хрусталь - бесцветный, водяно-прозрачный; 2) раухтопаз - дымчатый прозрачный горный хрусталь; 3) морион - смоляночёрный; 4) цитрин - жёлтый, прозрачный.

Название "горный хрусталь" происходит от греческого "кристаллос" - лёд (кварц - это окаменелый лёд в представлениях древних). Очень мелкие двуконечные кристаллы водяно-прозрачного кварца с ярким блеском получили название "диаманты" (от изменённого греческого "адамас" - алмазоподобный). К названию "диамант" обычно добавляются соответственно названия мест обычных находок и распространения кварца (мармарошские по названию Мармарошского массива и Карпатах, алансонские, бристольтское, херкимерские - названия местечек и провинций Франции, Англии, США и т.д.). Морион - сокращённое от "морморион" - бурый горный хрусталь, обычно густо окрашенный до чёрного, просвечивающий лишь в тонких сколах. Дымчатый кварц, или раухтопаз, в отличие от мориона, всегда прозрачный, оттенки его цвета изменчивы от очень бледного до тёмно-коричневого. Цитрин назван так за его жёлтый цвет ("цитрус" по латински подобный лимону). Окраска этого минерала варьирует от золотисто-жёлтой до оранжевой и коньячно-жёлтой. Окраска кристаллов кварца (жёлтая, дымчатая, чёрная) бывает однородной или распределяется в теле кристалла неравномерно в виде тонких полос или зон роста, параллельных вершинным граням. В крупных кристаллах кварца иногда зонально чередуются разные виды окраски.

По данным А.И.Самойловича с соавторами (1970, 1976), исследовавших природу окраски кристаллов кварца методом оптической и инфракрасной спектроскопии и электронного парамагнитного резонанса, устанавливается, что дымчатый цвет кристаллов кварца обусловлен изоморфным замещением четырёхвалентного кремния трёхвалентным алюминием; компенсаторами заряда являются ионы натрия и лития, несколько смещённые относительно дырочного центра (AlO_4). Смоляно-чёрный цвет мориона связан с наличием центров дымчатой окраски и дефектов кристаллической структуры непримесного характера.

Упомянутые исследователи различают три типа окраски цитринов. Окраска первого типа (хромофорная) обусловлена примесью коллоидного силиката железа и структурной примесью трёхвалентного железа в междуузельных пространствах, наблюдается обычно у жёлто-бурых железистых цитринов.

Окраска второго типа (радиационная) возникает при радиационном воздействии на кристаллы бесцветного горного хрусталя в результате изоморфного замещения четырёхвалентного кремния трёхвалентным алюминием, при котором так же, как и у раухтопаза, возникают дефекты кристаллической структуры. Но, в отличие от раухтопаза, в радиационных цитринах зарядовыми компенсаторами одновременно служат ионы лития и водорода. Окраска цитринов этого типа

золотисто-жёлтая, а если присутствуют дымчатые центры, то окраска становится жёлтой с дымчатым оттенком. Радиационная окраска неустойчива к тепловым воздействиям: при нагревании до 200°C она полностью исчезает. Цитрины с окраской радиационного типа в природе редки.

Окраска третьего типа связана с дефектами кристаллической структуры цитринов, обусловленными вакансиями и дивакансиями кислорода и кремния, локализованными в участках с

неупорядоченной структурой. В отличие от морионов, имеющих аналогичные дефекты структуры, в цитринах с рассматриваемым типом окраски слабо или совсем не проявлены центры дымчатой окраски. Цитрины с этим типом окраски получаются при отжиге кристаллов мориона при температуре 300-400°C, когда центры дымчатой окраски полностью разрушаются. Однако под воздействием гамма - облучения они восстанавливаются, и минерал вновь приобретает свойственную мориону окраску. Обесцвечивание цитринов с окраской третьего типа происходит при нагревании до температур более 400°, когда непримесные структурные дефекты исчезают.

Кроме чистых кристаллов кварца, в природе встречаются кристаллы с включениями других минералов, таких, как рутил, актинолит, тремолит, турмалин, хлорит, эпидот, серицит, карбонаты, пирит, гематит и др. Среди них (Кораго и др., 1975) выделяются следующие разновидности: кварц-волосатик, моховой или пейзажный кварц, зональный кварц. Кварц-волосатик, или просто волосатик, - это кристаллы бесцветного или дымчатого горного хрусталя с включениями игольчатых и нитевидных минералов. Толщина иголок обычно не превышает 0,3 мм при длине 2 см и более, реже достигает 3-5 мм. Иногда включения закономерно сростаются друг с другом, например, в виде сагенитовой решётки рутила.

В моховом и пейзажном кварце неравномерно располагаются чешуйчатые включения хлорита, эпидота, серицита, короткие и олочки турмалина и других минералов, часто создавая прихотливый рисунок.

В зональном кварце присыпки чешуек серицита, хлорита, гематита в виде узких полосок по зонам роста подчёркивают внутреннюю структуру кристалла. К перечисленным разновидностям можно добавить образцы горного хрусталя с золотисто-жёлтыми додекаэдрами пирита, ориентированными параллельно кристаллическим граням кварца. К числу довольно редких разновидностей относятся также кристаллы кварца с включениями золота или самородной меди.

Природные кристаллы горного хрусталя в технике и ювелирном производстве успешно заменяются синтетическим кварцем. Также разработаны способы выращивания цветных разновидностей кварца и изменения или усиления окраски природных кристаллов. Так, например, для синтеза коньячно-жёлтых цитринов с первым типом окраски в шихту добавляется железо. Железистые цитрины с более эффектной и устойчивой окраской получают посредством отжига бледно окрашенного пиетиста при температуре 450-500°C, а цитрины с радиационной окраской - при гамма-облучении синтетических бесцветных кристаллов кварца со специально введёнными примесями. Наконец, цитрины с окраской третьего типа и раухтопазы получают облагораживанием мориона в результате отжига кристаллов в автоклавах при температуре 250-320°C и давлении 150-200 атм. (Лисицина, Дунин-Барконекий, 1975). Способом термической обработки кристаллов мориона для получения более дорогого цитрина издавна пользовались уральские горщики, запекая тёмно-дымчатые кристаллы кварца в хлебе.

Кварц имитируется стеклом. Изделия из стекла можно отличить от изделий из горного хрусталя по твёрдости (у кварца она выше), по отсутствию эффекта охлаждения кожи рук, щеки и т.п. (Ферсман, 1954).

1.1.9. Аметист

Название камня происходит от греческого "аметистус"- безалкогольный. В древней Греции так именовались все фиолетовые и пурпурно-красные драгоценные камни, по преданиям предохраняющие от чрезмерного опьянения. В настоящее время аметистом именуется разновидность низкотемпературной модификации кварца, окрашенная в фиолетовый цвет различных оттенков.

Аметист представляет собой двуокись кремния SiO_2 , содержащую в весовых процентах Si - 46,8 и O - 53,2, с постоянной примесью Fe_2O_3 . С увеличением содержания Fe_2O_3 возрастает и интенсивность окраски аметиста. В бледно-фиолетовых камнях количество Fe_2O_3 колеблется от 0,004 до 0,015%, в фиолетовых от 0,005 до 0,07%, а в тёмно-фиолетовых от 0,02 до 0,35% (Дэна и др., 1966). Из других примесей встречаются Al , Li , Na , K , Ca , Mo , C , Mn , Ti , Cu .

Аметист относится к тригонально-трапецоэдрическому классу симметрии тригональной сингонии. Для его кристаллов характерны укороченные гексагонально-призматические формы с развитием граней положительного $R(1011)$ и отрицательного $r(0111)$ ромбоэдров и гексагональной призмы $t(1010)$. Грани тригонального трапецоэдра и тригональной дипирамиды редки. Часто наблюдаются скипетровидные кристаллы, образованные в результате нарастания аметиста на бесцветные, молочно-белые и дымчатые кристаллы кварца. Нередко встречаются кристаллы многоглавого роста и блочного строения, реже - имеющие вторую регенерированную головку. Для аметистов характерно интенсивное двойникование по бразильскому закону.

Кристаллы аметиста, обычно имеют небольшие размеры, сравнительно крупные индивиды длиной до 10-15 см встречаются редко, в большей своей части они непрозрачные или полупрозрачные, сильно трещиноватые, и только небольшие участки таких кристаллов прозрачны и равномерно окрашены. По габитусу различаются два типа кристаллов: призматический, или обелисковидный со сравнительно однородной окраской, характерный для бразильских и уругвайских месторождений, и короткостолбчатый с зональной неравномерной окраской, обычный для уральского аметиста.

Твёрдость аметиста по шкале Мооса 7,0, удельный вес 2.651, однако при наличии тонкорассеянных включений гематита он может быть несколько выше (Дэна и др., 1966). Спайность несовершенная по граням отрицательного ромбоэдра и отчётливая по граням положительного ромбоэдра. Аметист оптически одноосен, иногда обнаруживает аномальную двуосность ($2V = 2-35^\circ$), связанную с двойникованием по бразильскому закону.

Цвет аметиста фиолетовый с синеватым и красноватым оттенком различной интенсивности. Встречаются разновидности слабоокрашенные, почти бесцветные, и густо окрашенные, бархатистые. Лучшими считаются яркоокрашенные камни с кроваво-красным оттенком. Как правило, окраска в кристалле распределена неравномерно в виде серии тонких слоев, параллельных граням ромбоэдров, либо в виде расходящихся от центра лучей (по секторам роста положительного ромбоэдра). Иногда встречаются камни с беспорядочным пятнистым расположением окрашенных участков. Известны бесцветные кристаллы с фантомами аметиста или кристаллы с чередующимися бесцветными, дымчатыми и фиолетовыми зонами.

Аметисты разных месторождений обычно отличаются оттенками окраски: Мадагаскарские имеют синегато-лавандовый цвет, кристаллы из штата Северная Каролина (США) обладают красновато-фиолетовым оттенком, тогда как бразильские и уругвайские бывают с желтоватым, цитриновым оттенком. Аметистам некоторых месторождений Мадагаскара, Урала, Алдана и США (шт. Пенсильвания) свойственна смешанная фиолетово-дымчатая окраска.

Лучшие уральские аметисты отличаются красивой окраской в кратно-красных тонах, а также способностью сохранять её при истончении освещении, в то время как многие саксонские и бразильские камни становятся при этом серыми и непрозрачными (Ферсман, 1962).

В природных условиях окраска аметиста как правило, устойчива. В россыпях Цейлона, Бразилии и Мадагаскара кристаллы мутнеют лишь в тонком поверхностном слое, сохраняя внутри прозрачность и цвет. Однако известно, что под воздействием солнечных лучей цвет аметиста может изменяться. Например, некоторые аметисты бразильских и африканских месторождений становятся желтовато-зелёными или обесцвечиваются даже после непродолжительного солнечного облучения.

Окраска аметиста изменяется также и при термической обработке. Обесцвеченный при нагревании до температуры 200° аметист восстанавливает свою окраску при охлаждении. Прокаливание аметиста при температурах до 350-400° ведёт к утрате окраски, которая может быть восстановлена под действием рентгеновских лучей. Нагревание до более высоких температур (450-500°) приводит к появлению устойчивой жёлтой окраски. После прокаливания выше 545-575 бразильский аметист становится мутно-молочным, опалесцирующим, в то время как уругвайский не теряет прозрачности (Барсанов, Яковлева, 1963). Это свойство бразильских аметистов используется для получения из некачественных образцов материала, имитирующего лунный камень. Путём радиоактивного облучения можно добиться существенного увеличения интенсивности окраски, однако эта добавочная окраска быстро исчезает под действием солнечного света.

Природа окраски аметиста выясняется уже более 100 лет. Наиболее ранние гипотезы исходили из наличия в составе минерала примесей-красителей, в числе которых упоминались коллоидальное золото, органические вещества, титан, марганец и др. Г. П. Барсанов и М.Е.Яковлева (1963) относят аметист к группе минералов, окраска которых связана с дефектами их кристаллической структуры. В последние годы большинство исследователей связывает эти дефекты и, следовательно, окраску аметиста с содержанием трёхвалентного железа. Тек, Л. И. Цинобер (1959) экспериментально доказал связь аметистовых центров окраски с ионами железа, находящимися в кристаллах в виде структурной примеси. Трёхвалентное состояние железа в аметистах фиксируется характерным спектром электронно-парамагнитного резонанса.

1.1.10. Клиногумит

Прозрачная разновидность клиногумита жёлтого или медово-жёлтого цвета - новый оригинальный ограночный материал, широко рекламируемый за рубежом.

Формула минерала $Mg_9(SiO_4)_4[OH, F]_2$ в качестве примесей могут присутствовать титан, железо, алюминий, кальций, калий, натрий и др. Кристаллизуется в призматическом виде симметрии. Образует кристаллы, а также зернистые агрегаты. Форма кристаллов обычно неправильная, реже изометрическая, богатая гранями. Цвет жёлтый, оранжевый или коричневый. Окраска связана с присутствием ионов титана в октаэдрических позициях кристаллической решётки минерала. Она обусловлена электронным взаимодействием (переносом заряда) между ионами трёх- и четырёхвалентного титана.

Блеск клиногумита стеклянный, твёрдость 6,0-6,5 по Моосу, плотность 3,17-3,25. Спайность несовершенная по пинакоиду. Оптически двуосный, положительный. Угол погасания с N_p 7-15°. Величина показателей преломления (минимальные у бедных железом): N_g - 1,651-1,698, N_m - 1,636-1,673, N_p - 1,623-1,664. Двупреломление 0,028 у маложелезистых и 0,034 в разностях, богатых железом. Схема абсорбции $N_p > N_m > N_g$. Яркая золотисто-жёлтая окраска проявлена по N_p , что учитывается при огранке камня.

Ювелирный клиногумит жёлтого цвета из шпинель-форстеритовых скарнов месторождения Кухилал имеет следующий химический состав (в вес. %): SiO_2 - 37,88, TiO_2 - 3,01, Al_2O_3 - 0,21, Fe_2O_3 - 0,02, FeO - 0,18, MgO - 57,14, CaO - 0,017, K_2O - 0,20, Na_2O - 0,20, P_2O_5 - 0,17, F - 1,90. В шлифах образцов этой разновидности замерены показатели преломления: Mg -1,669, N_g -1,637; двупреломление $N_g - N_p$ - 0,032.

1.2. Ювелирно-поделочное камнесамоцветное сырьё

Группа ювелирно-поделочных камней включает в основном просвечивающие и непрозрачные моно- (агат, малахит, кахолонг и др.) и полиминеральные (лазурит, родонит, чароит и др.) агрегаты. Камни этой группы обладают красивой окраской, иногда в сочетании с оригинальным рисунком, которые проявляются равно как на малых, так и на крупных поверхностях - это позволяет использовать их для изготовления ювелирных, художественных и декоративных изделий.

В ювелирном и галантерейном производстве ювелирно-поделочные камни используются для кабошонов, бусин, плоских вставок; при этом ювелирные камни сочетаются в конструкции с драгоценными металлами и реже с мельхиором, а ювелирно-поделочные - с мельхиором, реже с серебром, а также с дешёвым металлом.

Кабошоны различной формы служат вставками в кольца, запонки, зажимы для галстуков, перстни, браслеты, броши, кулоны и другие украшения. Наиболее эффектны кабошоны из просвечивающих камней (жадеита, сердолика, иризирующих лунного и солнечного камня, обсидиана). Из непрозрачных и слабо просвечивающих камней чаще делают плоские вставки - пластинки различных форм: круглые, овальные, угловатые, прямо- и косоугольные с нормальными краями или "заваленными" (округлыми) и снятыми фасками. Нередко плоские вставки из родных камней (нефрита, кахолонга) инкрустируют металлом в виде различных символов (монограмм, вензелей, знаков зодиака и др.).

Бусинам для ожерелий и различного рода подвесок чаще придаю круглую форму, а также форму цилиндров, призм со скруглёнными рёбрами многогранников и различные неправильные формы, получаемые в результате голтования (окатывания) остроугольных обломков в специальных барабанах. Для голтования обычно используются отходы камнерезного производства или малоразмерный некондиционный по величине камень.

Полосчатые контрастно окрашенные ювелирно-поделочные и поделочные камни (агат, кремнь, некоторые разновидности полосчатых яшм) - прекрасный материал для изготовления гемм. Наиболее эффективны в геммах сочетания слоев белого и красного или чёрного и белого цвета. В настоящее время геммы вырезают с помощью ультразвука.

Ценность изделий из высокодекоративных ювелирно-поделочных камней определяется не только стоимостью самого камня и материала оправы, но и в значительной мере художественными достоинствами, совершенством формы и сложностью техники исполнения (трудоемкостью).

В практической деятельности некоторые ювелирно-поделочные камни (малахит, нефрит, родонит и др.) имеют более широкий диапазон использования - от вставок и кабошонов в ювелирных изделиях до облицовки элементов интерьера уникальных зданий и памятников. Так, малахит и родонит, являясь сырьём для изготовления вставок в броши, серьги, кольца или высокодекоративных камнерезных изделий (пепельниц, чернильных приборов, шкатулок, чаш и т.п.), в то же время используются как великолепный облицовочный материал (например, родонит в оформлении станции метро "Маяковская", а малахит - в облицовке колонн Исаакиевского собора и Малахитового зала Зимнего дворца в Санкт-Петербурге). В качестве собственно поделочных камней используются те же породы и минеральные агрегаты, обладающие красивой окраской и рисунком, но у которых эти качества обычно проявляются на относительно крупных поверхностях, что и определяет их использование в камнерезном производстве для изготовления художественных изделий и предметов декоративно-утилитарного назначения. Из разновидностей, имеющих мелкий рисунок, делают кабошоны и плоские вставки для недорогих украшений.

Поделочные камни - сырьё для производства различного рода камнерезных изделий как из монолитов, так и сборных из пластин. Изделия могут выполняться из одного или нескольких камней, а также из камня в сочетании с металлом или деревом.

Для сувениров обычно используются небольшие яркоокрашенные камни, приполированные с одной или нескольких сторон. Традиционные русские сувениры из цветного камня - уральские "горки", мозаичные палитры и наборы каменных яиц.

В виде кусочков и пластин различных форм и размеров цветные камни используются в мозаике - многоцветных картинках, панно, столешницах и аналогичных изделиях.

Некоторые ювелирно-поделочные камни при достаточно большой блочности используются в качестве декоративно-облицовочного материала для оформления интерьеров, в том числе офиокальцит, змеевик, мраморный оникс и др.

Ювелирно-поделочные камни оцениваются в сырье, в полированных пластинах или штуфах, так как при распиловке выясняется механическая прочность камня, а на полированной поверхности ярче проявляются основные декоративные свойства камня - рисунок, цвет, степень просвечиваемости и однородность сложения (Методические.. 1983).

1.2.1. Жадеит

Жадеит получил своё название от слова жад - упрощенного испанского *piedra de jade*, означающего поясничный или почечный камень, по приписываемой ему ещё в XVI в. способности устранять боли в боку. Термином жад европейцы называли очень похожие по внешнему виду, но, как потом оказалось, разные минералы. Только во второй половине XIX века французскому минерологу А. Демур, удалось установить, что жад имеет две разновидности: одна относится к группе амфибола, а другая к группе пироксена. Первую он назвал нефритом, а вторую жадеитом. Однако в зарубежной литературе до сих пор слово жад используется для обозначения как нефрита, так и жадеита. Жадом называют также похожие на нефрит и жадеит тонкозернистые агрегаты: гидрогроссуляра - трансваальский жад, везувиана - калифорнит, серпентина - серпентиновый жад или бовенит и др.

Жадеит является натровым алюмосиликатом пироксеновой группы, химическая формула которого $Na[AlSi_2O_6]$; теоретический состав (вес.%): кремнезёма 59,44, глинозёма 25,22, окиси натрия 15,34. В природном жадеите натрий частично замещается кальцием, а алюминий магнием, трёхвалентным железом и хромом. В наиболее чистом белом жадеите из Бирмы содержание кремнезёма близко к теоретическому составу, некоторое уменьшение количества глинозёма (24,2-25,1%) и окиси натрия (12,7-14,6%) компенсируется содержанием Fe_2O_3 (0,16-0,48%), FeO (0,12-0,76%), MnO (от сл.до 0,03%), MgO (0,27-0,39%), CaO (0,44-1,74%), K_2O (0,08-0,35%) (Lacroix, 1930). Белые жадеиты Северного Прибалхашья отличаются от бирманских более высокими содержаниями (вес.%): Fe_2O_3 - до 1,2; MgO - 0,48-1,41 и CaO - 0,78-2,04 (Москалёва, 1962).

Обычно жадеит - твёрдый раствор, содержащий примесь других пироксенов, преимущественно диопсида, кроме того, геденбергита и эгирина. По количеству каждой из примесей и по соотношению этих примесей различают три разновидности жадеита: собственно жадеит, диопсид жадеит и хлормеланит. В собственно жадеите количество жадеитовой составляющей не ниже 80%. В белом жадеите содержание жадеитовой молекулы постигает 92-98%, а в зелёном - 80-85%.

Диопсид-жадеиты находятся в середине изоморфного ряда жадеит-диопсид. Содержание жадеитового компонента в нём составляет 40-60%, реже несколько больше. Минерал этой разновидности окрашен в зелёные тона и по сравнению с собственно жадеитом характеризуется повышенным содержанием кальция и магния и, соответственно, пониженным натрия и алюминия.

Хлормеланит - разновидность щелочного пироксена, окрашенная в тёмно-зелёный, почти чёрный цвет. От собственно жадеита и диопсид-жадеита отличается пониженным содержанием глинозёма, окиси натрия и, соответственно, высоким содержанием железа, кальция и магния.

Среди других пироксенов, в состав которых входит жадеитовая молекула, следует отметить омфацит. В этом минерале, сходном по окраске с диопсид-жадеитом, существенно преобладает диопсидовая составляющая по сравнению с жадеитовой.

Жадеит кристаллизуется в моноклинной системе. Хорошо образованные кристаллы очень редки и встречаются в глаукофановой породе в районе Кloverдейла, штат Калифорния, США (Wolf, 1955). Обычно жадеит образует плотную зернистую мономинеральную породу. Она может состоять либо из чистого или почти чистого жадеита, либо из диопсид-жадеита, а также из омфацита или хлормеланита. В небольших количествах иногда присутствуют альбит, амфибол, слюда, анальцит, натролит и другие минералы.

Макроструктура жадеитовой породы может быть от очень тонкой до средне- и даже крупнозернистой. Наиболее мелкозернистые разновидности полупрозрачны. В большинстве случаев зернистая структура устанавливается невооружённым глазом, именно это и отличает жадеитовые

породы от сходных по внешнему виду нефритов, всегда обладающих чрезвычайно тонкой спутанно-волокнуистой структурой.

Микроструктура кристаллического агрегата жадеита тоже разнообразна: призматически-зернистая, зубчатая, гранобластовая, катакластическая, цементная, игольчатая, радиально-лучистая или сноповидная. Характерно очень плотное сцепление зёрен, обуславливающее высокую вязкость породы.

Блеск жадеита стеклянный, слегка матовый или перламутровый, спайность по (001) хорошая. Твёрдость по шкале Мооса составляет 6,5-7,0 и выше, чем у нефрита. Удельный вес 3,2-3,5, тогда как у нефрита не больше 3,0. Оптически двуосный, положительный. Показатели преломления у чистого бирманского жадеита: N_a - 1,683, N_e - 1,556, $N_g - N_p$ 0,027, угол оптических осей $2V$ 72°. Угол погасания $N_g : Z$ 33-42°. Дисперсия оптических осей слабая или совсем отсутствует (Coleman, 1930). Оптические константы жадеитов изменяются в зависимости от содержания примесей. Р. Колеман (Coleman, 1961) отмечает, что присутствие в жадеите от 10 до 30 мол.% эгирина, диопсида и геденбергита увеличивает показатели преломления, существенно понижает двойное лучепреломление и угол оптических осей. Такие жадеиты (подобно диопсид-жадеитам) обладают сильной дисперсией оптических осей $\gamma > V$.

Цвет мономинеральных жадеитовых пород может быть белый, зелёный от желтовато-зелёного до изумрудно-зелёного, иногда черный, розовый, коричневый, красный, жёлтый, фиолетовый, синий. Ярко-зелёные изумрудные окраски обусловлены хромом, а мутно-зелёная и жёлто-зелёная - железом, замесившими алюминий в кристаллической структуре минерала. В прозрачной изумрудно-зелёной разновидности жадеита, напоминающей изумруд, содержание хрома обычно не превышает сотых долей процента, тогда как в непрозрачном минерале, так называемом хромжадеите, содержание хрома может достигнуть 7% и более (Gubelin, 1965). Ярко-красная и жёлтая окраски обычно наблюдаются в приповерхностном слое жадеитовых валунов (Бирма) и обусловлены проникновением гидроокислов железа в мелкие поры и микротрещины во время длительного процесса выветривания.

Перед паяльной трубкой жадеит легко плавится в прозрачный шарик, который по мере дальнейшего нагревания мутнеет из-за раскристаллизации жадеитового стекла в смесь нефелина и альбита. Благодаря присутствию натрия пламя окрашено в жёлтый цвет.

Спектр поглощения жадеита характеризуется отчетливой полосой с длиной волны 4375 Å и более слабыми линиями с длиной волны 4500 и 4330 Å. В изумрудно-зелёном материале эта основная полоса менее выражена, чем характерные для хрома полосы в области длины волн 6890 – 6940 Å. Под длинноволновой ультрафиолетовой лампой жадеит белый, бледно-зелёный, розовато-лиловый обнаруживает слабое белое свечение (Webster, 1962).

1.2.2. Хризопраз

Название "хризопраз" происходит от греческих слов "хризос" - золотой и "празос" - лук-порей. По Дж. и Э.С. Дэна и К. Фронделю (1966), хризопраз представляет просвечивающую разновидность халцедона микроволокнистой или тонкозернистой структуры, окрашенную в зелёный цвет рассеянными частицами гидратированного силиката никеля. Оттенки окраски минерала варьируют от яблочно-зелёной, травяно-луково-зелёной до изумрудно-зелёной. Благодаря просвечиваемости обнаруживается эффект игры окраски, заключающейся в смене интенсивности и оттенка минерала в пределах одного куска (или изделия).

Блеск хризопраза может быть матовым или восковым, стеклянным, полустеклянным и смолистым.

Микроструктура хризопраза весьма разнообразна - от микроволокнистой и радиально-лучистой до микрозернистой.

На примере хризопраза с отечественного месторождения Сары-кулболды электронно-микроскопическим способом устанавливается чёткое различие в микроструктуре образцов хризопраза разной прозрачности, просвечиваемости и степени окраски. Слабopосвечивающий хризопраз из прожилка голубовато-зелёной окраски (низкокачественный) представляет собой разнoзернистый агрегат с относительно крупным максимальным размером зёрен кварца (0,006-0,007 мм); в нём часто

встречаются выделения кварца чёткой огранки, широко развиты зёрна с признаками перекристаллизации, иногда встречаются выделения радиально-лучистого кварца с признаками геометрического отбора. Хризопраз луково-зелёный с хорошей просвечиваемостью и прозрачностью из крупного куска (кондиционный) имеет равномернозернистую структуру, хорошо образованных кристаллов в нём не обнаружено. Включения и в том, и в другом из рассматриваемых образцов составляют около 5-10% от массы хризопраза; большая часть из них представлена чешуйчатым минералом с совершенной спайностью. Микродифракционным способом этот минерал определён как слоистый силикат типа парагонита (?).

В результате травления в хризопразе образуется большое количество ямок травления по границам зёрен, что свидетельствует о различной кристаллографической ориентировке кварца в соседних зёрнах. Мелкие ямки травления возникают внутри зёрен за счёт газовой-жидких и твёрдых включений, а также на месте дислокаций и других дефектов решетки кварца. Исследования проведены в лаборатории МГРИ Е.Г.Павловым в 1974 г.

Исследованиями ИК-спектров установлено, что отдельные образцы хризопраза месторождения Сары-кулболды представлены низкотемпературной разновидностью кварца (α -кварц) с примесью низкотемпературного α - тридимита и молекулярной воды. Отмечается некоторая аморфизация его структуры (Никольская и др., 1975). В других случаях (месторождение Шкляры, Польша) в хризопразе устанавливается только структура α -кварца (Dezimala, Serkies, 1973).

Твёрдость хризопраза, по шкале Мооса, 6,5-7,0, удельный вес 2,5-2,6, спайность отсутствует или весьма несовершенная. Характер излома может быть ровным или неровным, занозистым или раковистым.

Теоретический химический состав хризопраза, согласно его формула SiO_2 , следующий: кремния-46,1%, кислорода-53,3%. Однако примесью хризопраза является окись никеля, содержание кремнезёма обычно ниже. Обязательной примесью хризопраза является окись никеля, содержание которой колеблется в различных месторождениях от 3,3 до 0.29% (табл.7).

Как правило, наиболее интенсивно окрашенные разновидности хризопраза имеют и небольшие для данного месторождения содержания указанной примеси, хотя, как это установлено для хризопразов месторождения Сарыкулболды, качество сырья (интенсивность окраски, просвечиваемость) зависит и от степени упорядоченности структуры. При разных содержаниях окиси никеля образцы с равномерно волокнистой структурой и с наименьшими размерами сферолитов будут обладать более интенсивной окраской и наибольшей просвечиваемостью.

Предполагается, что в хризопразе окись никеля находится в виде никельмагниевого гидросиликатов: пимелита (Faust, 1956), никельсапонита (?) (М.Д. Дорфман, П.В.Осипов и др., устное сообщение, 1974). Е.Г.Павлов считает, что возможным окрашивающим минералом является установленный им чешуйчатый минерал (парагонит?). В хризопразе, встреченном на одном из месторождений никель-силикатных руд Урала (Ульянов и др., 1937), был установлен гарниерит в виде тонких плёнок то обволакивающий сферолиты халцедона, то замещаемый этим последним. Однако в ряде случаев присутствие окрашивающих минералов в хризопразе обнаружить не удаётся (Гузовский, 1973; Brooks, 1964).

Окраска хризопраза в естественных условиях может быть устойчивой или слабо блекнет на солнечном свете. При полировке из-за перегрева и потери поровой (?) воды окраска может изменяться до серой и восстанавливаться, затем только после помещения образца во влажную среду (Schwahn-Drosowich, 1955). На мировом рынке был известен такой хризопраз из месторождения Шкляры (Польша) под названием "Прусский серый".

Агат, окрашенный солями никеля или хрома, имитирует хризопраз. Искусственная окраска устойчива к свету и теплу, но имеет более глухой тон. Через цветной фильтр Челси она распознаётся благодаря остаточному коричневатому-красному цвету, в то время как настоящий хризопраз выглядит зелёным. Хризопраз может быть имитирован также стеклом, которое, однако, содержит много пузырьков (Webster, 1962).

Таблица 7

Химический состав хризопразов

Окислы	Сарыкулболды				Черем-Шанс-Кое, СССР	Марльборо-Крик, Австралия		Шкляры, Польша
1	2	3	4	5	6	7	8	9
SiO_2	94,1	96,56	96,90	94,60	97,18	94,82	97,86	96,17
Al_2O_3	2,10	1,32	0,45	1,98	0,15	-	-	0,08
Fe_2O_3	1,07	0,99	0,23	1,92	Не обн.	-	-	-
FeO	-	-	-	-	0,11	-	-	0,08
CaO	0,05	0,02	-	0,03	0,18	-	-	0,83
MgO	0,26	0,07	0,29	0,21	0,42	-	-	-
MnO	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	-	-	-
Na_2O	0,30	0,27	0,22	0,15	0,08	-	-	-
K_2O	0,19	0,07	0,25	0,17	Следы	-	-	-
NiO	0,53	0,39	0,37	0,29	1,05	3,30	0,85	1,0
CoO	0,02	-	0,01	Следы	следы	-	-	-
Cr_2O_3	0,03	0,01	Следы	-	-	-	-	-
ZnO	0,01	-	-	-	-	-	-	-
CuO	0,02	0,03	0,02	0,02	-	-	-	-
H_2O	0,20	0,02	-	0,12	-	0,16	0,10	-
П.п.п.	0,56	0,28	0,76	0,12	0,84	1,60	0,90	1,83
Сумма	100,02	100,04	99,52	99,63	100,02	99,88	99,71	99,90

Примечание. 2 – луково-зелёный, по 3м анализам;

3 – яблочно-зелёный;

4 – травяно-зелёный;

5 – голубовато-зелёный, 2-5 по П. В. Осипову, 1974;

6 – хризопраз по Л. А. Гузовскому, 1973;

7 – яблочно-зелёный;

8 – бледно-зелёный по J. H. Brooks, 1964;

9 – хризопраз по G. T. Frust, 1966.

В естественных выходах (элювий, делювий и пролювий) хризопраз бывает покрыт буровой коркой, под которой часто наблюдается мрачная белесоватая или белая зона толщиной до нескольких миллиметров, образовавшаяся вследствие выщелачивания.

Это делает хризопраз нераспознаваемым на фоне бурых и желто-бурых обломков силифицированных серпентинитов, в которых он обычно залегает. Иногда хризопраз бывает преобразован и в сыпучую массу, напоминающую маршаллит.

Следует различать хризопраз и празопал (никельсодержащий опал), у которых одинаковый цвет; празопал имеет раковистый излом, меньшую твёрдость и более тусклый блеск.

На хризопраз похож зелёный или зеленовато-голубой халцедон с примесью хризоколлы, который был встречен на медных рудниках округа Хила, штат Аризона (США). В начале XX в. он продавался наряду с настоящим хризопразом под названием "голубой хризопраз" (Minerals resources, I9I2).

Хризопраз можно спутать с пренитом - минералом зеленоватого и желтовато-зелёного цвета, который кристаллизуется в ромбической системе и в отличие от хризопраза, обычно встречается в сплошных массах почковидных агрегатов с радиально-волокнистым строением в пустотах среди изверженных основных горных пород.

Встречающиеся совместно с хризопразом моховой халцедон, сапфирин, празопал, кахолонг могут представлять интерес как ценное поделочное сырьё, извлекаемое попутно.

1.2.3. Агат

Агатом называют агрегаты халцедона полосчатого строения. Различают тонкополосчатые разновидности - собственно агаты и грубополосчатые - халцедониксы. В собственно агатах толщина слоев может быть настолько мала, что на 1 см укладывается до 68000 слоёв халцедониксах ширина полос достигает 0,5-1,0 см.

Выделяют также многочисленные разновидности агатов по цвету и рисунку полос и другим признакам. Так, агат красного и красновато-бурого цвета называют карнеолом или сердоликом, оранжево-бурого цвета до красновато-коричневого - сардером. Агаты с концентрически-зональным расположением полос носят название фортификационных (бастионных) по сходству их рисунка с планами древних крепостей. Этот тип полосчатости характерен для бразильских месторождений и потому получил название бразильского, плоскопараллельный рисунок полосчатости называют уругвайским, так как он в общем характерен для агатов уругвайских месторождений.

Ониксами называют агаты с чередованием контрастных по цвету плоскопараллельных слоёв. Наиболее часты комбинации окрашенных слоёв со слоями белого цвета: у халцедониксов – синесерых, у арабского оникса – черных, у карнеолоникса – красных, у сардоникса – бурый. Возможно и другое сочетание окрашенных полос.

Существуют многочисленные разновидности агатов неполосчатого строения: моховой агат - с дендритовидным выделением хлорита, гидроокислов железа и марганца, ландшафтный, глазчатый, звездчатый, ленточный и брекчиевидный агаты. Известны своеобразные миндалины агата, контур которых на поперечном срезе напоминает пятиконечную звезду или четырехугольник, а сама миндалина сложена ленточным агатом. Они имеют индейское название "громовые яйца" (thunder eggs).

Формы выделения агата в природе весьма разнообразны. Чаще всего он встречается в виде миндалин, жеод, желваков, жильных и трубчатых тел, представляя продукт выполнения полостей различного происхождения (газовых пузырей в лавах, пустот от выгоревших стволов деревьев в вулканическом пепле, контракционных и тектонических трещин и т.д.). Иногда агат не полностью выстилает пространство полости, и в этом случае центральная часть её обычно снята крупнокристаллическим кварцем - горным хрусталём, аметистом, реже раухтопазом, а также кальцитом, сидеритом, гётитом, хлоритом, цеолитами, неполосчатым халцедоном или опалом. Иногда она остаётся пустой. Размер миндалин может колебаться от нескольких миллиметров до нескольких десятков сантиметров, а редких случаях размер миндалин достигает более полутора метров в диаметре. Вес таких миндалин может измеряться многими сотнями килограммов. Поверхность миндалин часто бывает покрыта бугорками, выступами, почковидными наростами, углублениями. Воронкообразные углубления, как считают, являются окончаниями "выдувных" к каналов или отверстий, вблизи которых внутри миндалины халцедоновые слои выклиниваются. Нередко присутствует корка окремнелой породы, иногда покрывающая миндалину наподобие футляра и маскирующая её истинную форму и размеры.

Агат в среднем содержит (в %): SiO_2 - 93,8, Fe_2O_3 - 0,52, CaO - 0,62 и H_2O - 0,2. Наиболее высокие содержания кремнезёма {99,5%} характерны для светлоокрашенных и молочно-белых его разновидностей (Карякин, 1960). Присутствие воды обусловлено включением опала и водных окислов железа.

Под микроскопом агат имеет микроволокнистую или сферолитовую структуру. Волокна халцедона вытянуты, как правило, перпендикулярно слоистости благодаря влиянию геометрического отбора на их рост. Халцедон, в отличие от кварца, имеет отрицательное удлинение волокон и более низкий показатель преломления: N_g - 1,538 - 1,539; N_p - 1,530 - 1,531; $N_g - N_p$ - 0,008 - 0,002. Наблюдаемый очень часто двуосный характер халцедона обусловлен вытянутостью волокон по различным кристаллографическим направлениям. Угол оптических осей положителен и не превышает 40°. Встречающиеся иногда волокна с положительным удлинением принадлежат люссатиту - волокнистой разновидности кристобалита, который, по видимому, ассоциирует с опаловыми слоями, часто наблюдаемыми среди халцедоновых слоёв. Содержание опаловых слоев в агатах различных месторождений различно и колеблется, например, от 4,26 до 13,48% в голубых агатах Бразилии и от 12,60 до 30,69% в серых агатах Мадагаскара (Heiriz., 1930). Нередки и кварцевые слои, перемежающиеся с халцедоновыми.

Агат имеет восковой блеск и неровный, занозистый излом. Твёрдость минерала 6,5-7,0, удельный вес 2,57-2,64. Агат просвечивает в пластинах толщиной до 5 мм, причём в одном образце слои часто различаются по степени прозрачности. Иногда встречается агат с эффектом иризации.

Агат обладает пористостью. Именно из-за различной степени пористости отдельных слоёв возможна искусственная окраска агата, которая усиливает естественный полосчатый рисунок. Цвет искусственной окраски может быть различным: красный, оранжевый, зелёный, голубой, синий, жёлтый, коричневый, чёрный. Издавна известен способ получения чёрных агатов путём длительного пропитывания бесцветных разностей горячим раствором сахара или мёда с последующим обугливанием сахара в результате прокаливании и обработки концентрированной серной кислотой. Коричневую, красную или зелёную окраску можно получить, пропитывая агаты растворами азотнокислого железа или хромовых квасцов и затем обжигая.

В настоящее время во Всесоюзном научно-исследовательском институте синтеза минерального сырья ведётся разработка новой технологии по окрашиванию изделий из агата термическим и химическими способами. Режим воздействия в зависимости от пористости агатов и относительного количества аморфной кремнекислоты занимает от нескольких часов до 20-30 суток. Получаемая при этом искусственная окраска разнообразных оттенков весьма устойчива и имеет большую глубину проникновения (на всю толщину изделия).

Агат обладает высокой вязкостью. Он кислотоупорен и растворяется только в плавиковой кислоте. В щелочах растворяется сравнительно легко, особенно в КОН.

В природе агат легко распознаётся благодаря своеобразным внешним формам выделений. Однако даже опытному специалисту трудно предсказать качество агата без предварительной распиловки минерала. Только в образцах из алюминия и, частично, делювия, лишённых внешней непрозрачной корки, можно непосредственно наблюдать внутреннее строение минерала.

Иногда агату сопутствуют другие разновидности халцедона, представляющие ценное поделочное сырьё - зелёные халцедон с красными пятнами окислов железа или яшмы, напоминающим пятна крови, - гелиотроп и кровавик (не путать с гематитом-кровавиком), а также яблочно-зелёный однородный халцедон - хризопраз.

1.2.4. Благородный Опал

Опал, в том числе и благородный, - это водосодержащий кремнезём состава SiO_2 и H_2O . Кремнезём, в опале содержится 80-90%, воды 1-21%, изредка до 34%. Большая часть воды сорбционная, легко удаляющаяся при обезвоживании, меньшая кристаллизационная, входящая в структуру опала и выделяющаяся при температуре от 250°C и выше.

В опале всегда содержатся примеси в виде окислы железа, кальция, магния, марганца, а также щёлочи. Глинозём присутствует в количестве от долей процента до нескольких процентов. Каждая из остальных примесей не превышает одного процента. Изредка отмечаются примеси SO_3 и органического вещества (опалы из Вирджин-Велли, шт.Невада, США).

Опалы с радужной игрой цвета, т.е. обладающие опалесценцией, называются драгоценными или благородными. Название камня произошло, вероятно, от латинского "opalus", что означает «драгоценный камень». Красоту драгоценного опала ценили с древнейших времён. Так, римский историк Плиний писал: "Среди всех драгоценных камней наиболее трудно описать опал с его сочетанием в себе красоты многих камней – жгучего пламени карбункула, великолепного пурпура аметиста, зеленого моря изумруда и золотисто- желтого топаза". (Blank, 1933)

В зависимости от окраски и характера опалесценции выделяются следующие разновидности благородного опала (Shepherd, 1933: Киевленко и др. 1974):

- белый опал – светлоокрашенный, прозрачный с опалесценцией в светло-голубых тонах;
- черный опал – черной или тёмной фиолетовой, синей, зеленой или бордовой окраски с опалесценцией преимущественно красного цвета, одна из самых красивых и дорогих разновидностей;
- арлекин-опал – необычный опал полихромного мозаичного рисунка (красного, голубого, желтого или зеленого) цвета; к арлекин- опалу относятся точечно-огненный опал с опалесценцией в виде близко расположенных мельчайших крапинок или точек, а также "кошачий глаз" (редчайшая

разновидность арлекин-опала) обычно ярко-зеленого цвета с концентрически-зональными переливами;

- огненный опал – желтая до красного, просвечивающая до прозрачности разновидность опала с огненной опалесценцией; к нему же относятся: золотой опал с игрой желтого цвета, солнечный опал от коричневатой до медово-желтой окраски, искристый опал рубиновый с зелеными или красными вспышками;

- царский опал- (очень редок)- ядро камня цвета темно-красной бронзы окружено ярко-зеленой каймой;

- джизазоль – голубая или белая прозрачная разновидность опала в опалесценцией в красных тонах;

- лейкозос - опал – молочно-зеленый с игрой густых (глубоких) зеленого и карминного цветов;

- опал маточный (матричный) благородный опал, включенный во вмещающую (матричную) породу в виде тонких (мм) прожилков или сети таких прожилков, или рассеянных мелких пятнышек. Как правило, маточный опал полируют вместе с породой.

Кроме драгоценных благородных опалов, среди опаловых минералов известны: опал-оникс, состоящий из чередующихся слоев обыкновенного и драгоценного опалов; обыкновенный опал – просвечивающийся до непрозрачного, окрашенный в различные цвета ярких или тусклых тонов, без игры цветов; сюда же относиться и неправильно называемый огненным желто-красный обыкновенный опал без опалесценции; молочно-белый опал - белая разновидность обыкновенного опала с очень слабым зеленоватым, голубоватым или желтоватым оттенком; полуопал - слегка просвечивающая или непрозрачная разновидность обыкновенного опала, содержащая механические примеси; гиалит - прозрачный и бесцветный опал, иногда слабоокрашенный, встречаются просвечивающие молочные или белые его разновидности, изредка гиалит проявляет слабую опалесценцию подобно драгоценному опалу; гидрофан - белая или слабоокрашенная, просвечивающая до непрозрачной разновидность обыкновенного опала, для него характерно появление опалесценции после насыщения водой; кахолонг - фарфороподобная непрозрачная или слабопросвечивающая разновидность обыкновенного опала, окраска белая или в бледных тонах голубоватого, жёлтого, даже красноватого цвета, иногда проявляется блеск, напоминающий перламутр; празопал - просвечивающая яблочно-зелёная разновидность обыкновенного опала без цветовой игры; древесин" опал - обыкновенный опал желтоватой или буроватой окраски, возникший в результате процесса опализации обломков деревьев, часто сохраняется структура древесины.

По классификации Е.Я.Киевленко (последней из существующих) чёрный благородный опал относится к ювелирным камням II класса, а другие разновидности благородного опала к III классу (Киевленко и др., 1974). Опал-оникс, обыкновенный опал, празопал и кахолонг относятся к ювелирно-поделочным и поделочным камням. Гидрофан и гиалит из-за своих физических свойств не используются в камнерезной промышленности.

Окраска благородного опала, так же, как и обыкновенного, зависит от химического состава примесей (железо, марганец, никель и др.). Фрондель (Дэна и др., 1966) отмечал, что в красный цвет опалы иногда окрашены тонкорассеянной киноварью, в оранжево-жёлтый -аурипигментом; бесцветный опал в лабораторных условиях легко окрашивается различными красящими веществами. Окраска опала не изменяется при воздействии на него рентгеновских лучей (*Fernquist, Dake 1933*).

Степень прозрачности у опалов различна, и опалы могут быть от прозрачных до непрозрачных (мутных). Для благородных опалов наиболее характерна полупрозрачность; любопытно отметить, что при насыщении влагой едва просвечивающие мутные опалы могут иногда становиться полупрозрачными.

Блеск опала стеклянный, полустеклянный; для обыкновенных опалов, гидрофана и кахолонга наиболее характерен смолистый, восковидный или перламутровый блеск. Опал имеет белую черту, спайность отсутствует, излом у опала раковистый, плоскораковистый или неправильный. Минерал хрупкий, может самовольно растрескиваться при внезапном изменении температуры или дегидратации, что весьма отрицательно сказывается на качестве опала. Благородные опалы из Австралии наименее хрупки, за что они и ценятся дороже других опалов.

Твёрдость опала по шкале Мооса изменяется от 5,0 до 6,5. ость опала варьирует от 1,9 до 2,3 г/см³ в зависимости от содержания воды, различных примесей, пористости и трещиноватости.

Из других физических свойств опала следует отметить его сравнительно лёгкую растворимость в сильно щелочных растворах, таких как KF или KOH. Нерастворимый остаток обычно представлен смесью глинистых минералов халцедонового кремнезёма, окислов железа и других веществ (Дэна и др., 1966). Частично или полностью опал растворяется также в горячей концентрированной HCl и HF. Быстрота растворения зависит от структуры опала (Дэна и др., 1966; Shepherd, 1971).

Опал относится к аморфным минералам. В шлифах опал прозрачен, изотропен, но изредка он ведёт себя как оптически одноосный отрицательный минерал. Показатель преломления варьирует от 1,435 до 1,455 в зависимости от содержания воды и примесей.

В последние десятилетия предпринимаются попытки получить синтетический благородный опал и в настоящее время достигнуты уже некоторые положительные результаты в лабораторных условиях.

Благородный опал имитируется опалесцирующим стеклом. Природа опалесценции - радужной игры в благородном опале издавна интересовала учёных. Еще в XIX в. было выдвинуто несколько гипотез, объясняющих цветовую игру опала интерференцией лучей света на составившие цвета спектра. Современные представления о причинах опалесценции благородного опала основаны на данных электронной микроскопии.

Опал, в том числе и обыкновенный, в структурном отношении представляет собой трёхмерную пространственную решётку. Основу слоя решётки составляют, мелкие частицы кремнезёма - мицеллы или обули. В природных благородных опалах глобулы достаточно крупные и достигают в диаметре 1500-4000 Å. Они одинаковы по величине, что обусловило однородную и плотную упаковку. Для обыкновенных опалов характерна разновеликость и неупорядоченность сферических частиц. Интерстиции между глобулами благородного опала представляют правильно распределённые поры, имеющие почти тетра - или октаэдрические формы. Эти поры частично заполнены гидратированным аморфным кремнезёмом, который служит цементом частиц. Цементация, вероятно, происходила уже после правильной упаковки частиц.

Таким образом, создаётся дифракционная пространственная решётка. Свет, проходя через такую решётку, разлагается и, отражаясь, рассеивается на ряд монохроматических лучей вследствие дифракции. Большие по размеру решётки обладают большей способностью разделять близкие спектральные линии. В свою очередь, размеры решётки зависят от размеров сферических частиц и соответственно увеличиваются при укрупнении глобул до 1500-4000 Å. Так, при диаметре глобул 1500-2000 Å наблюдается опалесценция в фиолетовых тонах; при диаметре глобул до 4000 Å - опалесценция зелёного цвета и выше - красного. Как указывал Дэррэг (Darraghetall, 1966), интенсивность цветовой игры в благородном опале зависит также от степени заполнения порового пространства между глобулами, и в случае наибольшего заполнения пор аморфным кремнезёмом исключается возможность дифракции света и возникает обыкновенный стекловатый опал.

1.2.5. Окаменелое дерево

Окаменелым деревом называют ископаемые древесные остатки (стволы и ветви деревьев, а также их обломки), подвергшиеся процессам окаменения.

Ископаемые древесные остатки в зависимости от условий, в которых они находились после захоронения, претерпевают различные изменения, выражающиеся в обугливание древесины, либо в её окаменении, т.е. замещении органического вещества тем или иным минеральным веществом, в результате чего они превращаются в окаменелости. Из процессов окаменения наиболее распространён процесс силификации древесины, при котором она замещается кремнезёмом.

Как указывал А.Е.Ферсман (1962), окаменение дерева является довольно сложным химическим процессом, приводящим к накоплению разных видов кремнезёма - кварца, халцедона и опала, и окаменелое дерево зачастую сложено этими минералами, находящимися в различных соотношениях, что и создаёт большое количество разновидностей. Следует отметить, что наряду с различными модификациями кремнезёма в процессе окаменения древесина может замещаться и другими минеральными веществами.

О разнообразии минерального состава окаменелого дерева позволяют судить данные, приведенные в табл.8, где собраны сведения по месторождениям, выявленным на территории Советского Союза и по некоторым зарубежным месторождениям.

Минеральный состав окаменелого дерева

Наименование месторождения	Минеральный состав окаменелого дерева (преобладающие минералы по разновидностям)
Годердзское (Грузия); Курдюмовское (Приморский край)	Опал
Годердзское (Грузия); Армутлинское (Армения); Тринити-Рендж (США, штат Невада); Холи (США, штат Орегон); Реттлснейк (США, штат Вашингтон)	Халцедон
Годердзское (Грузия); Сариарское (Армения); Дружковское (Украина)	Опал и халцедон в различных соотношениях (от 1:1 до 5:1)
Хикоянское (Армения)	Халцедон углистое вещество (50%) И КАЛЬЦИТ
Джамангульское (Шураб, Узбекистан)	Кварц
Бруно (США, штат Айдахо); Сариагачское (Казахстан)	Кальцит и доломит
Нидерлаузиц (ГДР)	Пирит и марказит
Бруно (США, штат Айдахо)	Гипс
Ефинятское (Кировская область)	Волконскоит
Юта (США)	Уран-ванадиевые минералы

Из указанных разновидностей окаменелого дерева в настоящее и практическое значение как поделочный камень имеют силицифицированные разности, наиболее распространённые и обладающие в ряде случаев высокими декоративными показателями. Причем из силицифицированных разностей наибольшим распространением пользуются первые три (см.табл.8). Из них лучшими техническими показателями обладают халцедоновые разности. Древесина, подвергшаяся друидам окаменения, распространена гораздо меньше, и изученность кик декоративного камня также значительно ниже, хотя образцы с некоторых месторождений и обладают достаточной декоративностью.

Окаменение древесины путём её опализации является довольно широко распространённым процессом и опалу, замещающему клетки древесины, присвоено специальное название - древесный опал (wood-opal, holz-opal).

Древесный опал является разновидностью обычного опала, отличаясь от него только по структуре, унаследованной от дерева. Окраска древесного опала обычно желтоватая или буроватая, от тёмно-бурой до буровато-чёрной. Реже встречается опал светлой, розоватой, почти белой окраски. Опалы сложены различными минералами кремнезёма, среди которых преобладает плохо упорядоченный низкотемпературный α -кристобалит и аморфный кремнезём, а иногда и низкотемпературный α -тридимит (Киевленко и др., 1974).

Митчелл (Mitchell, 1973) на основании изучения 31 образца опалового окаменелого дерева из месторождений США, Венгрии и Японии приводит следующее их распределение по минеральному составу: тридимитовый-14, тридимит-кварцевый-14, - кристобалитовый-2 и тридимит-кристобалитовый-1.

По химическому составу опал, и в том числе древесный, представляет собой водосодержащий кремнезём ($SiO_2 \cdot n H_2O$). Содержание SiO_2 в опале обычно колеблется от 85 до 96% и H_2O от 2 до 10% и более. Большая часть воды адсорбционная или интерстиционная, удаляющаяся при нагревании до 100°. Часть воды присутствующей в виде гидроокислов, замещая атомы кислорода в кремнекислородных тетраэдрах, и выделяется при температуре выше 250°. В опале всегда присутствуют в небольшом количестве различные примеси: Al_2O_3 и Fe_2O_3 - от десятых долей до 6-7%, CaO , MgO и щёлочи-до 1%. Иногда отмечается присутствие органического вещества и SO_3 , а также других соединений (табл.9).

Интересно отметить, что, как указывает Митчелл (Mitchell, 1973), кремнезём тридимитового опала содержит меньше примесей, чем кремнезём кристобалитового. В подтверждение он приводит следующие данные о химическом составе тридимитового и кристобалитового опалов (соответственно, в вес. %): Al_2O_3 0,008-1,5 и 0,12-3,5; Na_2O 0,1 и 0,1-2,5; B_2O_3 0,01 и 0,01-0,35; ZnO 0,08-0,01 и 0,02-0,08; вода 2 и 7. Эти разности опалов отличаются и плотностью - 1,91 и 2,10 г/см³. Как показал количественный спектральный анализ образца окаменелого дерева в о. Мак-Клинтон (Пирожников, 1959), в образце, кроме кремния, железа и алюминия, установлены в незначительном количестве кобальт, марганец, никель, титан, ванадий и цирконий.

Таблица 9

Химический состав древесных опалов Закарпатья
(по Лазаренко и др., 1963)

Компоненты	Минерал и его химический состав в весовых %		
	Опал (Ильковцы)	аёёі ô âí î èä*) (Ильковцы)	Опал (Мал. Раковец)
SiO_2	90,2	66,88	89,84
Al_2O_3	1,09	19,83	0,29
Fe_2O_3	1,12	0,42	Нет
FeO	0,07	Нет	1,45
TiO_2	0,05	0,55	Следы
MgO	0,19	Следы	0,08
MnO	Следы	Нет	Следы
CaO	0,34	0,45	0,13
$K_2O + Na_2O$	0,43	0,36	0,48
P_2O_5	0,06	0,10	Нет
H_2O	4,42	3,87	2,34
П.п.п.	1,47	7,77	5,13
Сумма	100,4	100,23	99,64

*) – Опал со значительным содержанием Al_2O_3

По данным Дэна и др. (1966), древесные опалы Калифорнии имеют плотность 2,068-2,092 г/см³. Опал оптически изотропен, но иногда наблюдается слабое аномальное двупреломление.

Как указывалось выше, халцедон наряду с опалом или участвует в строении силицифицированного дерева, или полностью его замещает. Халцедон представляет собой мелкокристаллическую разновидность кварца с заметным под микроскопом волокнистым строением в виде параллельных или радиально-лучистых сростков. Окраска халцедона белая, серая, жёлтая, зелёная и др. Твёрдость 6-7, плотность 2,6 г/см³. Удлинение волокон отрицательное.

В силицифицированном дереве в виде примесей встречаются различные минералы. В образцах из некоторых месторождений под микроскопом видны мелкие трещины, залеченные полупрозрачным халцедоном и, иногда образующим также включения изометричной формы размером 2х3 мм. Агат встречается в виде полупрозрачных заполнений трещин, повторяющих изгибы сезонных колец древесины. Иногда присутствуют пирит в виде отдельных рассеянных зёрен и небольших скоплений, барит и целестин, образующие небольшие прожилки, а также изредка благородный опал. Часто наблюдаются примеси окислов железа, окрашивающие дерево в бурые и жёлтые цвета различных оттенков, пелитовое вещество, а также органическое (углистое) вещество, количество которого может достигать 50% (Хикоянское месторождение). Кальцит и арагонит выполняют иногда мелкие жилки.

В некоторых образцах окаменелого дерева сохраняется не только его внешняя форма, но и характерная структура и детали строения (кора, годовые кольца роста, сучки и пр.). Иногда видна даже структура клетчатки, так что при микроскопическом исследовании можно определить видовую

принадлежность дерева. Под микроскопом также бывает видно, что во внутренней части каждой клетки окаменелого дерева располагается кварц с неясно выраженными гранями.

Древесина могла подвергнуться окаменению после частичного разложения, как поверхности ствола, так и внутренних его частей. При переносе стволов водяными потоками также могло происходить их частичное разрушение. В связи с этим наряду с хорошо сохранившимися стволами окаменелого дерева встречаются обломки, где внутренняя структура дерева в той или иной мере утрачена, а сам ствол утерял первоначальную форму. Такие разности обычно имеют пониженную декоративность и мало пригодны в качестве поделочного камня.

В образцах силицифицированного дерева иногда наблюдается развитая по периферии оторочка толщиной 0,5-2,0 см тёмно-коричневого до чёрного цвета или почти белая, что создаёт иллюзию древесной коры. Образование оторочки связано с процессами ожелезнения или наоборот, выноса железа и повышает декоративность камня. Цветовая гамма окаменелого дерева близка к гамме натуральной древесины - от почти белого и розоватого цветов до темно-коричневого, почти чёрного. Изредка встречается красная окраска. Наиболее декоративны светлые его разности. Окраска обычно имеет полосчато-пятнистое распределение. Рисунок образуется кольцами сезонного роста дерева, радиальными лучами и следами сучьев и ходов червей. Окраска окаменелого дерева обусловлена, главным образом, примесью окислов железа (желтые и бурые оттенки) и углистого вещества (серые и чёрные оттенки).

Весьма своеобразный и высокодекоративный рисунок окаменелого дерева описывает Оллес (Olles, 1949) для месторождения Седдл-Маунтин (США, шт.Вашингтон). Здесь в срезах дерева можно наблюдать картины с различными сочетаниями рисунка и цвета.

Силицифицированное окаменелое дерево имеет обычно твёрдость 5,5-6,0. Дерево, имеющее другой минеральный состав, может обладать значительно меньшей твёрдостью. Так, окаменелое дерево Хикоянского месторождения (Армения), состоящее на 50% из органического вещества, на 40% из опала и на 10% из карбонатов, имеют твёрдость всего 3-4. Излом силицифицированного окаменелого дерева раковистый, реже занозистый, участками неровный. Блеск стеклянный, иногда матовый. Размер отдельных кусков окаменелого дерева весьма различен - от обломков стволов, веток, сучьев и корней размером в несколько сантиметров до целых стволов диаметров длиной до нескольких метров, иногда даже с сохранившейся системой. По-видимому, наиболее крупные размеры стволов окаменелого дерева зафиксированы в США в шт.Айдахо, в районе Чаллио (Dake, 1954). Здесь среди пепловых и туфовых образований миоценового возраста встречаются громадные вертикально стоящие стволы окаменелого дерева. Диаметр некоторых стволов достигает 3 м. при высоте до 7 м.

1.2.6. Яшмовые породы, роговики

К яшмовым породам как декоративным камням относится большая и горных пород различного состава и генезиса, объединяющими признаками которых являются кремнистый состав, высокая твёрдость и декоративность. Последняя обусловлена красивой расцветкой пород их рисунком. Среди декоративных яшмовых пород выделяются 2 основные разновидности, отличающиеся составом исходных пород и условиями образования - собственно яшмы и яшмоиды. К группе декоративных яшмовых пород примыкают и роговики.

Термин "яшма" в Мании к непрозрачным разновидностям кварцевых пород с красной, красно-бурой и зелёной окраской появился сравнительно недавно в XVIII и начале XIX вв. Само слово "яшма" восточного происхождения и соответствует персидскому иашм (jashm) и яшп (jashp), а так же ассирийскому ашпу (ashpn). Как отмечал ещё А.Е. Ферсман (1974), единого толкования термина "яшма" нет. А.Е.Ферсман (1962) и Б.Я. Меренков (1936) считали, что понятие яшма должно относиться ко всем в той или иной степени метаморфизованным кремнистым пёстроокрашенным плотным породам, независимо от способа их образования.

Как указывал Б.Я.Меренков (1936), А.Н.Заварицкий относил к яшмам кремнистые породы, окрашенные в красные и сургучные цвета, образованные агрегатами кварца и по своему происхождению являющиеся продуктом изменения осадочных горных пород и туфов. Л.В.Пустовалов к яшмам относил осадочные кремнистые породы, сложенные халцедоном и окрашенные в различные цвета.

Примерно такой же точки зрения придерживаются Л.С.Либрович, А.Е.Малахов, А.Н.Игумнов и другие исследователи (Фоминых,1967). И.В. Хворова (Хворова, Ильинская, 1963; Хворова, 1968; Хворова, Гаврилова, 1969) и А.Д.Петровский (1969) к яшмам относят только плотные кремнистые пёстроокрашенные породы, образованные в результате метаморфизма морских кремнеземистых осадков.

В связи с тем, что в понятие слова яшма правильнее вкладывать не только технический, но и геологический смысл, ниже под этим термином понимаются метаморфизованные первично осадочные кремнистые, твёрдые, непрозрачные, пёстрые по окраске породы, сложенные криптокристаллическим кварцем, иногда с примесью халцедона.

Окраска пород вызвана преимущественно присутствием окислов железа и марганца и в ней преобладают различные оттенки красного, жёлтого, иногда коричневого и зелёного цветов. Пигментирующим веществом в яшмах могут являться гематит, дающий красноватые тона, гётит - бурые и жёлтые, а также хлопьевидные скопления различного состава, придающие яшмам белый, желтоватый или серый цвет и фарфоровидный облик. Синий цвет яшм может вызываться амфиболом, а зелёный - пумпеллитом и хлоритом.

В некоторых разновидностях яшм присутствуют дендриты, повышающие их декоративность. Яшмы содержат иногда большое количество реликтов раскристаллизованных раковин радиолярий. Сохранность радиолярий бывает очень хорошей, но чаще это шарики-слепки с раковин, образованные кварцем и халцедоном. Иногда в яшмах наблюдаются спикеры губок. Химический состав яшмы характеризуется высоким содержанием кремнезёма.

Химический состав яшм ряда месторождений Южного Урала и Казахстана приведен в табл.10.

В минеральном составе яшм преобладает кварц, иногда халцедон, часто присутствует эпидот, гранат и другие минералы. Яшма Старомуйнакского месторождения имеет следующий минеральный состав: кварц 63%, эпидот 14%, гранат 12%, актинолит 3,5% и альбит 2,5 %. Кроме того, присутствуют серицит, гематит, биотит, пьмонтит и магнетит. В зелёных разновидностях наблюдаются эпидот, хлорит и пумпеллит. Излом у яшм обычно ровный, гладкий, постепенно переходящий в раковистый.

Таблица 10

Химический состав яшм (в %)

Окраска яшм	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	П.п.п	сумма
Зелёная	70,20	Сл.	13,66	1,51	1,65	0,04	3,98	0,35	3,83	2,60	Не опр.	97,82
Синяя	76,38	-	10,72	2,15	1,28	0,39	1,87	0,26	5,94	0,39	-	99,38
Розовая	95,52	Не опр. 0,08	1,18	0,75	0,19	0,05	0,33	1,23	0,04	0,15	0,16	99,60
	87,86		4,12	1,09	0,44	0,98	0,49	4,01	Не опр.	Не опр.	0,61	99,88
Розовато-Жёлтая	78,42	Не опр.	6,74	1,37	0,40	3,74	2,94	5,88	0,33	0,04	0,37	100,23
Зелёная	87,69	0,08	4,89	Не обн.	2,25	0,19	1,82	0,22	0,02	0,02	Не опр.	97,18
Тёмно-ишнёвая	86,62	0,10	3,40	4,47	1,74	0,26	0,76	Не опр.	Не опр.	Не опр.	-	97,35
Сургучная слоистая	88,72	0,04	1,99	5,43	0,15	0,26	0,39	-	-	-	-	97,26
Сургучная массивная	83,34	0,12	1,33	6,23	0,15	0,45	0,04	-	-	-	-	87,07
Мясо-красная	90,68	0,04	1,33	2,55	Не обн.	0,01	0,29	-	-	-	-	97,44
Светло-розовая	86,38	0,13	1,33	4,47	1,02	0,02	0,43	-	-	-	-	99,14
Кремовая	93,76	0,04	1,33	1,01	0,44	Не обн.	0,39	-	-	-	-	99,23
Техническая зеленовато-серая	73,39	0,33	14,43	2,96	Не обн.	0,05	0,76	2,53	3,46	3,46	0,86	100,22

Средний состав яшм	83,78	0,09	5,21	3,02	0,69	0,46	1,13	2,12	1,11	1,11	0,50	100,23
--------------------	-------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	--------

Входящие в группу яшмовых пород яшмоиды представляют собой кремнистые породы, внешним видом, декоративностью и физико-механическими свойствами близкие к яшмам, но отличающиеся от них условиями образования и составом исходных пород. Среди яшмоидов по степени метаморфизма и составу материнских пород выделяются две группы - глубокометаморфизованные вулканогенно-осадочные и осадочные породы, и сравнительно мало измененные кремнекислые эффузивные породы. К яшмоидам относятся также образовавшиеся из гидротермальных растворов пёстроокрашенные кремневые тела в пузыристых лавах.

Химический и минеральный составы метаморфогенных яшмоидов могут значительно колебаться в зависимости от состава первичной породы. Яшмоиды Риддерского месторождения (Алтай), образовавшиеся из кислых вулканических пород, имеют следующий химический состав:

SiO_2	67,35-74,46	MnO	Сл.-0,10
TiO_2	0,24-0,57	MgO	0,24-1,75
Al_2O_3	11,64-18,83	CaO	0,58-0,99
Fe_2O_3	0,127-0,64	Na_2O	4,99-8,05
FeO	0,35-2,96	K_2O	2,45-3,41

Порода состоит из обломков альбита и кварца, сцементированных мелкозернистой массой, сложенной теми же минералами с примесью хлорита и серицита.

Для пород, относимых к группе яшмоидов, характерны структуры замещения (криптогенные, крустификационные) и мелкозернистые коллоидальные образования.

Яшмы и метаморфогенные яшмоиды залегают в виде пластов, линз и тел неправильной формы, что зависит от условий образования исходной породы и воздействия последующих тектонических и метаморфических процессов. Физико-механические свойства яшм и яшмоидов характеризуются следующими показателями: твёрдость 6-7, объёмная масса 2,3-2,5 г/см³, пористость 2,3-3,0%, сопротивление сжатия (сухих) 1000-2600 кг/см², истирание 0,01 г/см², полируемость высокая (Николаев, 1967). Морозостойкость этих пород мало изучена, но по немногим опробованным месторождениям удовлетворительная. По структуре, окраске и другим показателям среди декоративных яшмовых пород выделяется много разновидностей.

Наиболее детальная классификация декоративных яшмовых пород по этим показателям разработана А.Е.Ферсманом (1954). Эта классификация приведена ниже:

I – однородные	Окраска красная всех видов до чёрной, белая, розовая, фиолетовая, зелёная и др.
Ia – однородные с отдельными пятнами или включениями	Окраска палевая с чёрными дендритами, с пятнами, струями, облаками нежного рисунка, с белыми или чёрными точками
II – полосчатые	Параллельно-ленточные яшмы, различные по цвету и типу лент, с резкими границами (красно-зелёные), с мягкими переходами (красно-жёлтые), с крупными (свыше 1 см.) лентами (жёлто-зелёные), с мелкими (до 1 см.) лентами (серо-жёлтые, зелёные и др.). Волнисто-ленточные (зелёные) – ленты искривлены, сломаны, сброшены. Струйчатые, с мелкими порфировидными выделениями.
III – порфировые	С крупными и мелкими вкрапленниками полевых шпатов, с прозрачными включениями кварца, с чёрными включениями авгита и амфибола.
IV – пёстроцветные (ситцевые)	Однородные с жилками другого цвета: пёстрые, разных цветов с одноцветным цементом, с мягкой волнистой окраской.
V – брекчии и конгломераты	Порфировые брекчии, яшмовые брекчии, конгломераты.
VI – сфероидальные (копейчатые) натёчные (агатовые) яшмы	Копейчатые, крупные и мелкие. Агатовые, полосатые, слоистые. Батарейные (фортификационные).

Яшмовым ониксом называют тонкополосчатую яшму, в которой чередуются светлые и тёмные полосы. К группе яшмовых пород относится и лидит - очень плотный кремнистый сланец, содержащий органическое вещество, придающее ему бархатисто-чёрную окраску (Дэна и др., 1966). К группе яшмоидов близко примыкают роговики, представляющие собой контактово-метаморфическую породу, образовавшуюся в результате термального воздействия интрузий на вмещающие породы. Роговики состоят главным образом из кварца с примесью слюды, полевого шпата, граната, андалузита, силлиманита, кордиерита, редко амфибола, пироксена и других минералов. Структура роговинов обычно мелкозернистая, мозаичная и для неё характерна зазубренная, неправильная форма зёрен, нередко их кучное расположение и спорадическое обилие пойкилитобластовых образований.

Химический состав роговинов зависит главным образом от состава исходной породы.

Среди роговинов по преобладающим новообразованным минералам выделяются следующие разновидности: 1) андалузит-кордиеритовые, 2) андалузит-кордиерит-плагиоклазовые, 3) кордиерит-плагиоклазовые, 4) кордиерит-плагиоклаз-гиперстеновые, 5) плагиоклаз-гиперстеновые, 6) плагиоклаз-гиперстен-диопсидовые, 7) плагиоклаз-диопсидовые, 8) плагиоклаз-диопсид-гроссуляровые, 9) гроссуляр-диопсидовые, 10) гроссуляр-диопсид-волластонитовые (Саранчина, Шинкарёв, 1967).

Декоративные роговики распространены значительно меньше, чем красиво окрашенные яшмовые породы, так как в большинстве случаев роговики имеют тусклую окраску и не отвечают требованиям, предъявляемым к поделочным камням-

К декоративным разновидностям относятся роговики, окрашенные в зелёный, зеленовато-серый, буро-красный и другие цвета при достаточной интенсивности окраски. Декоративность роговинов повышает рисунок - полосчатый, пятнистый или узелковый. Твёрдость роговинов 5-7, плотность 2,8 г/см³, объёмная масса 2,79 г/см³, сопротивление сжатию до 2200 кг/см².

1.2.7. Бирюза

Бирюза - драгоценный камень IV порядка (Киевленко и др., 1974), используемый человеком с древнейших времён. Всему миру известны грубой обработки камни ацтекских племён, ювелирные изделия с бирюзой времён египетских фараонов и камнерезные изделия из бирюзы китайских мастеров. Во многих древних могилах, вскрываемых на территории Средней Азии, находят украшения из бирюзы. Этот камень по преданиям обладает чудесными свойствами. Джафару ибн Мухамеду (765 г.) приписывают выражение: "Не обеднеет никогда рука, на которой перстень из бирюзы". В средние века было распространено поверье, что носящему бирюзу обеспечена жизнь в благоденствии, что он гарантирован от укусов змей и скорпионов и что созерцание бирюзы по утрам сохраняет и обостряет зрение. Ношение её подвешенной укрепляет сердце, устраняет страх и обеспечивает победу над врагом

(М.Е.Массон, 1934). Само название камня происходит от греческого слова "пируз" или иранского "фируз" - победоносный, благоденствующий, счастливый.

Бирюза - минерал из группы основных водных фосфатов меди $CuO \cdot 3Al_2O_3 \cdot 2P_2O_5 \cdot 9H_2O$ (Э. С. Дана). Теоретический состав (вес. %): P_2O_5 - 34,12; Al_2O_3 - 36,84; CuO - 9,57 и H_2O - 19,47. В природе состав бирюзы крайне не постоянен. В процессе её старения и при замещении вторичными минералами существенную роль начинают играть окисное железо, кремнезём, цинк, кальций, стронций, магний. В ряде образцов присутствует органическое вещество (табл.11).

Медь изоморфно замещается окисным железом, содержание которого в сильно выветрелых образцах достигает 10-20%. Реже наблюдается изоморфное замещение меди цинком. Кроме того, в бирюзе постоянно устанавливаются барий, бериллий, хром, марганец, никель, молибден, ванадий, титан (Менчинская, 1971).

Сингония бирюзы триклинная. Сложение микрокристаллическое, хорошо оформленные кристаллы исключительно редки и встречались только около г.Линча в шт.Виргиния, США. Минерал двуосный, оптически положительный, обладает сильной дисперсией. Показатели преломления: N_p -1,61; N_m - 1,62; N_g -1,65.

Твёрдость ювелирной бирюзы 5-6, а у выветрелой снижается до 2-4 (по Моосу). Удельный вес колеблется от 2,6 у выветрелых разностей до 2,8-2,9 в плотных неизменённых образцах.

Бирюза довольно хрупкая, излом раковистый, блеск восковой, после полировки сильный стеклянный. Она непрозрачна, в тонких сколах слабо просвечивает.

Окраска бирюзы небесно-голубая, синеватая, голубовато-зелёная до яблочно-, серовато- и буровато-зелёной. Голубой бирюзовый цвет наблюдается у не затронутых выветриванием образцов, химический состав которых близок к теоретическому и зависит, прежде всего, от содержания окиси меди. Зеленоватые, желтоватые и буроватые тона в окраске бирюзы обусловлены окисным железом, замещающим медь в зоне интенсивного разложения бирюзы. Примеси галлуазита, каолинита и вавеллита обесцвечивают бирюзу, образуя белёдые пятна.

В шлифах, в отражённом свете бирюза окрашена в бледно-голубоватые, зеленоватые и зеленовато-жёлтые тона. При скрещённых николях плотные разности бирюзы представляют собой серый микрокристаллический агрегат со слабо поляризующими участками криптокристаллического сложения. Затронутая выветриванием бирюза, обогащённая окисью железа и кремнезёмом, выглядит почти изотропной порядочно расположенными анизотропными прожилковидными и петельчатыми участками радиально-лучистого, сферолитового и мелкоагрегатного строения. В шлифах обычно хорошо видна сеть микротрещин образующая почковидные структуры и рисунок полигональных почв. Нередко бирюза содержит включения зёрен и шестоватых кристалликов кварца, кубиков и пентагон-додекаэдров пирита, реже халькопирита и мелких обломков вмещающих пород. По бирюзе развиваются гидроокислы железа, ярозит, халцедон, спал, вавеллит, карбонат, галлуазит и каолинит.

Таблица 11

Химический состав бирюзы
(по данным Ю.И. Назарова, Т.И. Менчинской, Л.А. Попугаевой)

Компоне- нты	Теорети- ческий состав	Месторождения						
		Маднеу- льское	Джаман-Каскыр		Бирюзакан		Восточное	
		голубая	Плотная голубовато- зелёная	Зеленовато- бурая	голубая	зелёная	голубая	зелёная
CuO	9,57	8,32	4,61	2,55	7,43	7,15	6,86	6,61
FeO	-	-	0,90	0,09	0,60	0,41	0,51	0,51
MgO	-	-	-	-	0,72	0,60	0,75	0,42
CaO	-	-	2,44	10,40	0,26	0,41	0,46	0,60
MnO	-	-	-	-	-	-	-	-
ZnO	-	-	1,57	0,16	-	-	-	-
SrO	-	-	-	4,80	-	-	-	-

Al_2O_3	36,84	38,27	36,51	23,09	36,72	34,66	35,52	35,79
Fe_2O_3	-	-	1,16	4,31	0,65	3,99	1,83	1,75
P_2O_5	34,12	33,28	31,15	22,22	32,87	32,81	29,25	29,58
Al_2O_5	-	-	-	-	-	-	-	-
SiO_2	-	-	2,38	5,23	0,28	0,20	4,70	4,08
SO_3	-	-	-	2,0	0,55	0,56	0,48	0,41
H_2O	19,47	19,92	16,89	16,34	19,90	19,74	19,43	19,68
Органи- ческое Веще-ство	-	-	0,40	2,26	-	-	-	-
Сумма	100,0	99,79	98,01	98,45	99,88	100,53	99,84	99,43

Бирюза растворяется в соляной кислоте, с плавнями даёт закцию на медь. В запаянной трубке растрескивается, выделяя воду, и становится бурой или чёрной. В пламени паяльной трубки буреет, принимает стекловатый вид, но не плавится. Окрашивает пламя в зелёный цвет, при смачивании в соляной кислоте цвет пламени становится синим за счёт образования $CuCl_2$. При нагревании в температурном интервале 250-350° бирюза теряет максимальное количество воды, что постепенно меняет окраску минерала от голубой через голубовато-серую, зелёную, серовато-зелёную, тёмно-серую до шоколадно-коричневой. При температуре выше 740° происходит разрушение кристаллической структуры бирюзы и образование новых соединений (Моисеева, 1951). При наличии в бирюзе примесей каолинита и галлуазита температурные интервалы на дифференциальных кривых несколько сдвигаются в большую сторону.

Бирюза образует прожилки и обособления различных форм, желвачки, в верхних частях месторождений обычны корочки и примазки. Мощность бирюзовых прожилков колеблется от 1-3 мм до 0,5-5 см, протяжённость их чаще всего не превышает первых десятков сантиметров и лишь иногда измеряется первыми метрами. Размер желвачков составляет 1 мм.-10 см. в поперечнике.

Бирюзе сопутствует группа близких к ней по химическому составу и физическим свойствам минералов, которые иногда также используются в ювелирной промышленности. К ним относятся:

Халькосидерит-железистый аналог бирюзы - $CuO \cdot 3Fe_2O_3 \cdot 2P_2O_5 \cdot 9H_2O$, окрашенный в светлые жёлто-зелёные тона. Сингония триклинная. Оптически отрицательный минерал. Твёрдость 4,5. Удельный вес 3,1. Образует скопления сноповидных кристаллов и корочки.

Алюмохалькосидерит - минерал промежуточный между халькосидеритом и бирюзой $CuAl_2Fe_4(OH)_8(PO_4)_4 \cdot 5H_2O$. Цвет густой зелёный, травяной до синева-зелёного. Излом неровный до раковистого. Твёрдость 4,5. Удельный вес 3,0. Образует небольшие шарообразные агрегаты или корочки на кварце и топазе.

Рэшлейит (рашлеит) - по составу также промежуточный минерал между бирюзой и халькосидеритом. Богат железом (до 20%), в окраске преобладают зелёные тона. Макроскопически не отличим от зелёных разностей бирюзы.

Фостит (фаустит) - цинковый аналог бирюзы яблочно-зелёной окрики. Излом слабо раковистый или ровный. Хрупок. Удельный вес 2,92. Твёрдость 5,5. Строение микрозернистое. Рентгенограммы бирюзы и фостита близки. Состав: CuO -1,61; MgO -0,00; CaO -0,00; ZnO -7,74; Al_2O_3 -35,31; Fe_2O_3 -1,73; P_2O_5 -34,83; H_2O -18,78.

Варисцит - фосфат из группы скородита, близок по физическим свойствам к бирюзе. Окраска зелёная, тёмно-зелёная, голубая и жёлтая. Блеск стеклянный. Образует корочки, желваки, редко кристаллы октаэдрического облика. Твёрдость 4-5. Спайность отсутствует. Удельный вес 2,5. Используется в ювелирной промышленности США как заменитель бирюзы.

1.2.8. Гематит (кروавик)

Название минерала происходит от греческого "гематикос" - кровавый и обязан кроваво-вишнёво-красному цвету порошка (введено Теофастом в 325 г.до н.э.). Русский термин "крававик"или "крововик" является синонимом. В литературе по камням-самоцветам утвердилось двойное наименование - этого минерала, в то время как просто крававиками называют некоторые разновидности халцедона и яшм с ярко-красными пятнами.

В природе известны две полиморфные модификации гематита: α - Fe_2O_3 - тригональная устойчивая и γ - Fe_2O_3 - кубическая неустойчивая. Все используемые в ювелирном деле разновидности гематита (отдельные кристаллы, почковидные выделения красной стекляннй головы) принадлежат первой модификации.

Сингония тригональная, дитригонально-скаленоэдрический вид симметрии. Кристаллы пластинчатые, ромбоэдрические, таблитчатые и толстотаблитчатые. Обычно присутствуют грани ромбоэдров (1011), (1014), пинакоида (0001), гексагональной дипирамиды (2243) и др. Часты двойники по {0001} и (1011), обычно полисинтетические. Размеры кристаллов могут достигать нескольких сантиметров. Спайность отсутствует но двойники по (1011) и трансляция по (0001) вызывает отдельность ПО ЭТИМ ПЛОСКОСТЯМ.

Химический состав Fe_2O_3 . Содержание железа 70%. Известны ;«j»принеси Ti и Mg. Из других примесей обычны магнетит, а в скрытокристаллических разностях - гидрогематит, глинозём и кремнезём. Твёрдость по шкале Мооса 5,5-6,0; плотность 5,0-5,2 г/л³; минерал хрупок, радиально-лучистые агрегаты легко раскалываются вдоль лучистости.

Цвет гематита (крававика) от железо-чёрного до стально-серого или стально-синего с пёстрой побежалостью, окраска однородная. В плотных микрокристаллических разностях - голубовато-стально-серый с однородной или пятнистой окраской из-за ярко красных пятен и вкраплений вторичного гематита. Иногда наблюдается красноватый отлив. В тонких пластинках гематит просвечивает густо-красным цветом. Блеск металлический. Черта вишнёво-красная до фиолетовой. У тонкочешуйчатых и землистых агрегатов цвет черты подобен красному карандашу.

В отражённом свете гематит очень светлый, часто белый, блестящий. Рядом с сульфидами он выглядит более матовым и более синим. В скрещенных николях (особенно в иммерсии) отчётливо выражены эффекты анизотропии, наблюдаются в массовом количестве тёмно-красные внутренние рефлексy. Плотный "голубой" гематит в отражённом свете имеет кремовую окраску. Перед паяльной трубкой не плавится. В восстановительном пламени при высокой температуре переходит в магнетит. В HCl растворяется очень медленно.

Гематит часто встречается в сростках изогнутых пластинчатых кристаллов - железная роза; в плотных чешуйчатых и скрытокристаллических массах - красный железнйк, железнй блеск, железная слюдка, железная сметана; в почковидных концентрически-скорлуповатых агрегатах радиально-лучистого строения - красная стекляннй голова. Именно почковидный гематит, обладающий тонким волокнистым строением, является сырьём для ювелирной промышленности.

На отечественном месторождении Кишкенесор почки имеют размеры от 1-2 до нескольких сантиметров по длине луча. Они тесно прилегают одна к другой, слагая своеобразные почково-корковые выделения площадью до нескольких квадратных метров. Плоскости, по которым почки срстаются между собой, ровные, гладкие, иногда зеркальные, напоминающие индукционные грани кристаллов. Внутреннее строение почек может быть осложнено наличием дочерних почек поздних генераций и "свилеватостью" из-за группировки отдельных волокон в пучки. На некоторых месторождениях, как, например, Яхимов в Чехословакии, встречаются параллельно—волокнистые агрегаты гематита с волокнами длиной в 0,5 м; эти агрегаты называют "крававый камень" - blutstein (Рамдор, 1962).

Гематит от похожих на него ильменита и магнетита отличается цветом стерты, отсутствием магнитности, а от гётита цветом черты и более высокой твёрдостью. Радиально-волокнистый гематит легко спутать с лепидокрокитом даже под микроскопом.

1.2.9. Нефрит

Нефрит относится к ювелирно-поделочным камням I подтипа (Киевленко и др., 1974). Своё название он получил от греческого слова " nephrozo", означающего "почка", что связано с суеверным представлением древних о способности нефрита излечивать болезни почек. Поделочный нефрит - это плотный, вязкий скрытокристаллический спутанно-волоконистый агрегат моноклинного амфибола тремолит-актинолитового изоморфного ряда, отвечающего химической формуле $Ca_2(Mo, Fe)_5 / Si_4O_{11} / (OH)_2$.

Содержание основных минералообразующих компонентов в нефрите колеблется в следующих пределах (в вес.%): SiO_2 - от 55,0 до 57,6; CaO - от 11,8 до 16,0; MgO - от 18,8 до 25,7. Почти всегда присутствуют FeO (0,1-5,0-8,0%); Fe_2O_3 и Al_2O_3 (0,1-5,03); H_2O (до 43), реже K_2O и Na_2O , содержание которых иногда достигает 23 (повышенные содержания указанных элементов отмечены в саянских нефритах). В качестве изоморфных примесей обычны: TiO_2 до 0,13. Cr_2O_3 - 0,1-1,03; MnO 0,1-0,253; MgO 0,173, CaO до 0,13.

Нефрит образует плотную массивную или сланцевую мономинеральную породу. Он имеет чешуйчатый полураковистый или занозистый излом, обладает жирным, иногда мерцающим блеском. Твёрдость нефрита 6-6,5 по Моосу, у разностей, содержащих тальк и серпентин, до 5,5. Удельный вес в зависимости от содержания железа колеблется от 2,8 (белый нефрит) до 3,3 (зелёный нефрит). Цвет нефрита преимущественно зелёный разных тонов в оттенках (светло-зелёный, яблочно-зелёный, серовато- и голубовато-зелёный, травянисто-зелёный, изумрудно-зелёный, тёмно-зелёный, болотный, оливковый). Реже встречается белый нефрит (цвет свиного сала - белый непрозрачный, водянисто-белый просвечивающий, желтоватый), серый до чёрного (голубовато-серый, дымчатый с чёрными разводами).

Зелёный цвет нефрита обусловлен содержанием окислов железа, а так же хрома. Другие цвета нефрита, видимо, вызываются наличием никеля и марганца. На месторождениях СССР распространён преимущественно нефрит зелёного цвета (Восточный Саян), реже встречается белый с дымчатым оттенком (Джидинский район Бурятской АССР). Нефрит различается и по рисунку окраски: наиболее часто встречаются "облачные", обусловленные тональными переходами цвета, значительно реже наблюдаются однотонные, полосчатые и пятнистые разности. В полированных пластинах выявляется своеобразный рисунок, оригинальный для каждого образца. Рисунок зависит от различия в интенсивности окраски, неравномерного распределения включений темноцветных минералов магнетита и хромшпинелидов, постепенных переходов одного цвета в другой.

Нефрит характеризуется плотным однородным строением, что определяет его хорошую полируемость. Прочность нефрита очень высока. Он выдерживает сопротивление на раздавливание до $3600 \text{ кг}/\text{см}^2$ и растяжение до $560 \text{ кг}/\text{см}^2$. Эти свойства нефрита обусловлены его микроструктурой, представленной по Е. Кальковскому (1906) несколькими разновидностями: спутанно-волоконистой (нефритовой), радиально-лучистой, сферолитовой, волнистой, пуховой, крупнозернистой (мозаичной).

В настоящее время для нефрита Восточного Саяна принята петрографическая классификация структур по Ю.И.Половинкиной: нематобластовая центрическая на основном фоне фибробластовой, параллельно-волоконистая, фибробластовая (спутанно-волоконистая), порфиробластовая сноповая с фибробластовой основной тканью и др. (И.С. Якшин, Р.С. Замалетдинов, А.Н.Сутурин, 1971). Под микроскопом видно, что нефрит состоит из переплетений агрегатов-пучков, каждый из которых содержит от одного до трёх тончайших волокон тремолита (актинолита). Различить отдельные волокна можно лишь изредка; показатели преломления их составляют: $N_g = 1,632$; $N_p = 1,609$; $N_g - N_p = 0,022$ (Колесник, 1966). Из микровключений следует назвать широкопризматический тремолит, пироксен, диопсид, серпентин, тальк, хромшпинелиды, графит, фуксит, хлорит, асбест и рудные минералы. Суммарное содержание минералов-примесей колеблется от 0,5 до 153. Нефрит нередко

обнаруживает сходство с некоторыми зеленоцветными породами, которые похожи на него не только по цвету, но и внешнему облику. К ним относятся спутанно-волоконистый серпентинит-бованит (океанический жад), жадеит (жадеитит), спутано-волоконистый агрегат диопсида-каркаро,

гидрогроссулярит, гроссулярит (трансваальский жад). Эти породы отличаются от нефрита по ряду макроскопических признаков, показанных в табл. 12.

1.2.10. Родонит

В ювелирной и камнерезной промышленности родонитом называют ювелирно-поделочный камень, основным компонентом которого является одноимённый минерал.

Родонит - $[Mn, Ca]SiO_3$ относится к группе волластонита (Бетихтин, 1956), характеризующейся наличием ленточного (цепочного) радикала $[Si_6O_{18}]$. Название его происходит от греческого слова «родон»-роза, розовый. В отечественной литературе как синоним употребляется название орлец.

Теоретическая химическая формула по Э.С. Дана (1937) $MnSiO_3$ с содержанием MnO 54,1%, SiO_2 45,9%. В природных условиях в качестве изоморфной примеси обязательно присутствует CaO . Однако полный изоморфизм в ряду $MnSiO_3$ и $CaSiO_3$, по данным ряда исследований (Жариков, 1959), отсутствует. Пределы смесимости составляют 0-18 мол. % $CaSiO_3$ в $MnSiO_3$. Химический состав природного родонита, по А.Г. Бетехтину (1956), колеблется (%): MnO 46,0-30,0; CaO 4-6,5; SiO_2 45-48. В виде примесей присутствует FeO , в очень незначительных количествах щёлочи и Al_2O_3 . Сингония триклинная.

Наиболее характерный цвет родонита розовый, иногда розовато-серый, малиновый или красный. Блеск родонита стеклянный, на плоскостях спайности с перламутровым отливом. Спайность по (110) совершенная, по (001) менее совершенная. Твёрдость по шкале Мооса 5-5,5; удельный вес 3,40-3,75. Плавится при температуре около 1200°.

В природных условиях родонит обычно находится в виде сплошных плотных или зернистых агрегатов, кристаллы встречаются редко. Они имеют таблитчатую, изометрическую, реже призматическую форму. Как правило, кристаллы плохо образованы, грани их шероховаты, а рёбра закруглены. При выветривании родонит покрывается корочкой вторичных окислов марганца.

Ювелирно-поделочный родонит представляет собой моно- или полиминеральный агрегат от скрыто- до крупнозернистого сложения. Крупные мономинеральные обособления встречаются крайне редко и в камнерезном производстве используется полиминеральный агрегат.

Таблица 12

Диагностические признаки зелёноцветных пород

Порода (основной минерал)	Минеральная группа	Твёрдость	Удельный вес	Блеск	Излом	Поведение перед паяльной трубкой	Отношение к кислотам
Нефрит (тремолит-актинолит)	Моноклинные амфиболы	5,5-6,5	2,90-3,32	Стеклянный	Неровный, заносистый	Сплавляется с трудом в стекло	Не растворяется в HCl
Жадеит (жадеитит)	Моноклинные пироксены	6,5-7	3,24-3,43			Легко сплавляется в прозрачное стекло	Кислоты действуют после сплавления
Каркадо (диопсид)		5,5-6	3,22-3,38			Сплавляется с трудом в стекло	Не растворяется в HCl
Бовенит (серпентин)	Серпентин-каолинита	2,5-4	2,50-2,65	Жирный, восковидный, стеклянный	Раковистый	С трудом оплавляется по краям; в закрытой грубке выделяется много воды	Разлагается в HCl и H_2SO_4

Гросс-сулярит-трансвальский жад (гроссуляр, гидро-гроссуляр)	Граната	6,5-7,5	3,50-4,20	Стекланный, жирный	неровный	Сплавляется в стекло	Сплав-ленный шарик растворяется в HCl. Гидрогроссуляр растворяется в HCl без сплав-ления.
--	---------	---------	-----------	--------------------	----------	----------------------	---

В ассоциации с родонитом обычно встречаются бустамит, кварц, спессартин, родохрозит, вторичные окислы марганца, реже и в меньшем количестве присутствуют кальцит, марганецсодержащие карбонаты, окислы и сульфиды железа, пьмонтит, тефроит и др. Характерно, что тефроит совместно с кварцем встречается крайне редко. Бустамит присутствует на большинстве месторождений родонита, образуя с ним тонкие сростки, а иногда слагая значительные участки рудных тел.

Окраска камня не постоянна и зависит от количества минералов-примесей и их физических свойств. Яркие и равномерные цвета в розовых и малиновых тонах характерны для агрегатов с малым количеством примесей, в то время как богатые ими разности имеют более бледную, часто пятнистую окраску с участками розовато-серого, грязно-серого, желтовато-розового и бурого цвета. Весьма эффектно выглядят некоторые разности пород с проявлений хребта Султан-Уиз-Даг. Они представляют собой мелкозернистые, обогащенные кварцем образования, характеризующиеся равномерной ярко-розовой окраской и воспринимающие зеркальную полировку. В породах из зон выветривания отмечаются пятна, прожилки и дендриты окислов марганца чёрного цвета. Тонкие ветвящиеся прожилки часто создают красивей пейзажный рисунок, улучшая декоративные качества камня.

1.2.11. Амазонит и амазонитовые породы

Амазонит (по названию реки Амазонки, синоним амазонский камень является разновидностью микроклина и окрашен в зелёный, голубовато-зелёный или зеленовато-голубой цвета.

Химическая формула амазонита (микроклина) - $K(AlSi_3O_8)$. Сингония триклинная, характерны тонкие полисинтетические и решётчатые двойники, наблюдаемые под микроскопом при скрещенных николях. По составу амазонит отвечает твёрдым растворам ряда калиевый полевой шпат - альбит, поэтому он нередко неоднороден и содержит пертитовые и микропертитовые вросстки. Амазонит отличается от обычного микроклина повышенным содержанием ряда элементов-примесей - рубидия, свинца, цезия, железа и таллия, количество которых может колебаться в значительных пределах (в вес.%): Li - 0,004-0,025 (изредка до 0,26), Rb - следы-0,38 до 3,1), Ti - 0,0007-0,0053, Cs - следы-0,03 (до 0,48), Pb - 0,015-0,28, Mn - 0,001-0,12, FeO - 0,05-0,31, Cu - 0,0007-0,0008 (Киевленко, Сенкевич, 1976).

В отличие от других калиевых полевых шпатов амазонит (микроклин) имеет наиболее упорядоченную структуру. Формы выделения и все основные свойства амазонита, за исключением окраски, аналогичны таковым микроклина. Спайность совершенная по {001} и менее совершенная по {010}. Излом ступенчато-неровный, твёрдость по шкале Мооса 6, черта белая, плотность 2,55-2,6 г/см³. Блеск стекланный, иногда на плоскостях спайности перламутровый. Пертитовые вросстки белого или желтоватого, альбита располагаются перпендикулярно или косо по отношению к спайности амазонита и составляют до 25% и более от общей массы амазонита, образуя контрастный рисунок на зелёном или голубом фоне.

Окраска амазонита при нагревании до 300-500°C исчезает, но после радиоактивного или рентгеновского облучения может частично восстановиться. Иногда эта окраска при хранении амазонита в темноте восстанавливается самопроизвольно. Воздействуя рентгеновскими лучами на микроклин с повышенным содержанием элементов-примесей, можно так же получить амазонитовую окраску.

И окраска амазонита, и распределение в нём вростков альбита весьма разнообразны. Так, среди амазонитов Кольского полуострова по цвету различаются четыре разновидности, среди которых по характеру вростков альбита и кварца также выделяется несколько типов.

1. Амазонит интенсивного зеленовато-голубого или голубовато-зелёного цвета: а) с тонкими субпараллельными вростками белого или светло-жёлтого альбита; б) с более грубыми и реже, чем в первом типе, расположенными вростками альбита; в) с мелкопятнистой вкрапленностью вростков

альбита. Кроме того, сюда относится амазонит с ихтиоглиптами кварца - с чётко выраженной письменной структурой или же с неправильно расположенными ихтиоглиптами, имеющими различные размеры и форму, а также амазонит "брекчиевидный", сложенный из различно ориентированных кристаллов амазонита, сцементированных кварц-альбитовым материалом.

2. Амазонит яркого травяно-зелёного цвета с мелкопятнистыми и точечными беспорядочно расположенными пертитовыми вростками альбита.

3. Однотонный светло-зелёный или светлый элоновато-голубой амазонит с нитевидными слабо различимыми вростками альбита или без них.

4. Бледно окрашенный в голубоватый или зеленоватый цвета амазонит нечеткими расплывчатыми многочисленными субпараллельными пертитовыми вростками белого альбита.

Амазонит в природе встречается в гранитных пегматитах и в амазонитовых гранитах. В пегматитах он образует крупные блоковые выделения (до 1 м и более), отдельные обособления, иногда достигающие размеров до 1,5 м, мелкие зёрна, а также входит в состав письменных структур. В амазонитовых гранитах амазонит обычно встречается в виде мелких зёрен, но в пегматоидных зонах иногда образует и довольно крупные кристаллы (до 10 см).

В камнерезной промышленности находят применение как крупные блоковые выделения и кристаллы амазонита, так и красиво окрашенные амазонитовые граниты и пегматиты.

Амазонитовые граниты представляют собой средне- и мелкозернистую породу светло-зелёной или голубовато-зелёной окраски иногда с розоватым оттенком. В эту группу входят разновидности пород, довольно значительно отличающиеся как структурой, так и количественными соотношениями главных породообразующих минералов - амазонита, альбита, кварца и слюды. Наибольшим распространением пользуется зеленовато-голубой амазонитовый гранит с различным содержанием кварца и амазонита, что определяет интенсивность окраски. В амазонитовых гранитах местами встречаются участки пегматоидного облика, в аплитовидной мелкозернистой массе которых наблюдаются крупные выделения кварца и амазонита.

Амазонитовый гранит иногда имеет довольно ясно выраженный порфировидный облик, благодаря присутствию относительно крупных выделений литиевой слюды (чаще всего цинквальдита), отличающихся тёмной жёлто-бурой окраской на более светлом фоне кварц-амазонит-альбитовая породы. Эта порода также является неравномернозернистой.

На общем фоне белой и светло-серой мелкозернистой основной массы выделяются многочисленные изометричные зёрна дымчатого кварца и зеленовато-голубого амазонита. Основная масса, имеющая призматически-зернистую структуру, сложена довольно хорошо образованными таблитчатыми зёрнами альбита и выделениями кварца, амазонита, топаза и литиевой слюды. В этой основной массе породы располагаются и все остальные второстепенные и акцессорные минералы: флюорит, касситерит, циркон, вольфрамит, торит, монацит, минералы группы колумбита - танталита, сульфиды и др.

По своему химическому составу амазонитовые граниты близки к щелочным гранитам и характеризуются повышенным количеством щелочей (входящих в алюмосиликаты) и меньшим содержанием кремнезёма, железа и магния.

Характерной особенностью амазонитового гранита является высокое содержание калиевого полевого шпата и незначительное цветных минералов. Калиевый полевой шпат представлен главным образом амазонитом, определяющим общую окраску породы. Наиболее декоративны граниты с небольшим содержанием темноцветных минералов и светлоокрашенными плагиоклазами, на фоне которых ярко выделяются зелёные зёрна амазонита. Окраска камня иногда пятнистая. Объёмная масса гранитов 2,5-2,7 г/см³, предел прочности при сжатии в сухом состоянии составляет 1300-1500 кг/см², пористость 0,5-1,5%, водопоглощение 0,35%, истираемость 0,002-0,015 г/см², размер блоков достигает нескольких кубометров (Баланс запасов полезных ископаемых СССР. Облицовочные камни, 1970).

Амазонитовые пегматиты по минеральному составу близки к амазонитовым гранитам. По структуре они могут быть как крупноблоковыми, являющимися источником получения ювелирно-поделочного амазонита, так и графическими, находящими применение в качестве поделочного камня. Дифференциация в амазонитовых пегматитовых жилах выражена большей частью слабо. В некоторых

жилах выделяются пегматитовая зона с крупноблоковыми образованиями амазонита и аплитовая, часто содержащая крупные хорошо образованные кристаллы амазонита.

В жилах, кроме главных породообразующих минералов, - микроклина (амазонита), кварца, плагиоклаза и биотита, - присутствуют второстепенные и акцессорные минералы - гранат, флюорит, галенит, гематит, апатит, циркон, сфен, ортит; а из вторичных - хлорит, эпидот, клиноцоизит, кальцит и окислы железа.

Физико-механические показатели амазонитовых пегматитов аналогичны таковым амазонитовых гранитов.

1.2.12. Лазурит

Лазурит получил название по ярко-синей окраске. Он известен так же под именем ляпис-лазури, но последний термин обычно относится к минеральному агрегату, состоящему из зёрен лазурита с другими сопутствующими минералами.

Лазурит принадлежит к группе содалита. Его химическая формула (по А.Г. Бетехтину) $(Na, Ca)_{4-8}(AlSiO_4)_6(SO_4, Cl, S)_{1-2}$, кристаллизуется в гексатетраэдрическом классе кубической сингонии с типичной комбинацией граней куба (100) и ромбододекаэдра (110). Хорошо образованные кристаллы редки, и он чаще встречается в виде плотных зернистых масс.

Блеск лазурита стеклянный, матовый. Спайность, совершенная по (110), излом неровный. Твёрдость по шкале Мооса от 5-5,5 до 6,0. Удельный вес 2,4-2,9. Цвет синий, минерал изотропен и только в некоторых случаях обнаруживает аномальное двупреломление. Показатели преломления разноокрашенных лазуритов: голубого 1,502, синего 1,505.

Ювелирный или поделочный лазурит представляет собой полиминеральный тонко- или мелко- до среднезернистого агрегат, в котором зёрна лазурита находятся в тесном срастании с кальцитом (редко с доломитом), диопсидом, флогопитом. Иногда присутствуют также полевые шпаты, гаюин, содалит, пирит и некоторые другие минералы. Рая мер зёрен лазурита в таком агрегате колеблется от сотых до десятых долей миллиметра, реже до нескольких миллиметров в поперечнике. Зёрна имеют изометрические, а также вытянутые или извилистые очертания.

Ляпис-лазурь обладает необыкновенно красивой лазурно-синей, синей, голубой, сине-фиолетовой или зеленовато-синей окраской разнообразных оттенков. Окраска бывает пятнистой и реже однородной. В Афганистане, являющемся поставщиком лучшего в мире лазурита, наиболее ценятся индигово-синие (густо-синие) камни, получившие название "ниили", менее - небесно-синие, голубые "асмани" и ещё меньше зеленовато-синие "суфси". По данным А.Н.Платонова и др.(1971),

окраска лазурита обусловлена ион-радикалами S_2^- и S_3^- . Повышение её интенсивности при прокаливании лазурита эти исследователи объясняют переходом сульфатной серы в сульфидную. Позднее М.И. Самойлович с соавторами (1973) на основании данных электронного парамагнитного резонанса показал, что цвет этого минерала и его интенсивность определяется ион-радикалами SO_4^- и S_3^- . В ярко-синем лазурите их концентрация составляет 0,5-0,7%.

Для ляпис-лазури характерны и нежелательные (серые и белые) пятна, вызванные разнометрическими скоплениями карбонатов и включениями полевых шпатов, диопсида, слюды и других минералов, снижающих декоративные достоинства камня. Присутствие среди примесей ярко-бронзового пирита, наоборот, улучшает внешний вид камня. Вкрапленность пирита может служить отличительным признаком ляпис-лазури от других минеральных агрегатов сходного цвета.

От окрашенных в синеватые тона главколита и гаюина, ляпис-лазурь легко отличается при помощи паяльной трубки и под действием кислот на порошок минерала. При нагревании до красного каления главколит обесцвечивается, тогда как лазурит сохраняет свою окраску, а иногда даже усиливает её. Перед паяльной трубкой лазурит сплавляется в белое стекло, а гаюин в зеленовато-голубое.

Лазурит, так же, как главколит и гаюин, разлагается в соляной и азотной кислоте, но в отличие от них выделяет сероводород, что устанавливается по характерному резкому запаху тухлого яйца.

1.2.13. Ирризирующие полевые шпаты

Ювелирные и ювелирно-поделочные разновидности полевых шпатов обладают совершенно особым свойством, отличающим их от обычных, широко распространённых в природе минералов этой группы. Это свойство заключается в способности минерала обнаруживать на некоторых гранях, плоскостях спайности или отдельности своеобразную игру света - мерцание, отлив, свечение, а иногда и вспышку ярких цветовых бликов. В нашей литературе это явление принято называть иризацией, а в зарубежной существуют "видовые" названия : опалесценция (адуляриценция), авантюриценция, лабрадорисценция и др.

Опалесценцией называют мерцание в голубоватых, зеленоватых жемчужно-белых и бледно-жёлтых тонах, наблюдаемое обычно у полупрозрачных полевых шпатов. Такое мерцание напоминает блики лунного света на поверхности воды. Отсюда происходит и название иризирующей разновидности - лунный камень.

Авантюриценция проявляется у другой не менее распространённой разновидности - солнечного камня или авантюринового полевого шпата – и выражается в ярком стечении минерала точечными бликами в оранжево-красных, ярко-жёлтых и малиновых тонах.

Лабрадорисценцией называют световую игру на гранях и плоскостях спайности кристаллов лабрадора. Она может напоминать яркие спектральные краски побежалости на металле, переливы, свойственные окраске крыльев некоторых тропических бабочек или перьев павлина.

Отсюда синонимы названия "Лабрадор" - спектролит, тавусит (от персидского "тавуси" - павлин).

Наконец, некоторые плагиоклазы - перистериты - обнаруживают переливчатость окраски в голубовато-сиреневых, серо-синих тонах, напоминающую отлив перьев на шее голубя ("перистер" - по-гречески голубь).

Некоторые специальные названия иризирующих полевых шпатов происходят от характера иризации в кристаллах или от названия наибольшего распространения таких полевых шпатов. Так, Ерёггер (Brogger, 1390) называет мурчисонитом иризирующий ортоклаз, у которого сильная игра света в голубых и жёлтых тонах (иногда одном и том же образце) проявляется на плоскости так называемой мурчисонитовой отдельности (почти параллельной базопинакоиду). Беломоритом называют иризирующую в голубых, серых и фиолетовых тонах разновидность олигоклаза; распространённая в пегматитах на побережье Белого моря. Известны другие названия иризирующих полевых шпатов - гиразоль, волчий или рыбий глаз, цейлонский опал и др. Почти все полевые шпаты способны проявлять иризацию (табл.13). Лунный камень, как это видно из таблицы, может быть представлен санидином, ортоклазом, адуляром, микроклином, альбитом и олигоклазом. Площадь иризирующих частей кристаллов различна и колеблется от $3-5 \text{ мм}^2$ до $1-3 \text{ дм}^2$. Иризация солнечного камня проявляется у ортоклаза, микроклина, альбита, олигоклаза, андезина и лабрадора. Размер прозрачных иризирующих участков обычно составляет 3-5 см в поперечнике.

Иризирующий лабрадор в монокристаллах практически не встречается. Обычно он образует сдвойникованные по различным законам сростки кристаллов - вкрапленники (глазки) в породе. Очертания иризирующей поверхности (010) часто неправильно округлые, изометричные, а при наличии двойниковой периклиновой штриховки они могут иметь форму вытянутого параллелограмма. Размеры иризирующих глазков лабрадора в среднем составляют 2-5, реже 10-15 см, иногда достигая 30-80 см в поперечнике (Агафонова, 1969).

Иризация Лабрадора может быть сплошной и локальной. В небольших блок-кристаллах наблюдается сплошная одноцветная иризация, а в крупных - локальная разных цветов и оттенков. Существует несколько разновидностей локальной иризации - пятнистая или мозаичная, каёмочная и зональная. Наиболее распространённая пятнистая иризация проявляется в виде чередующихся иризирующих и неиризирующих участков. Каёмочная иризация представляет одноцветную или многоцветную иризирующую оторочку (кайму) шириной от 0,01 до 0,1 мм, которая прослеживается не более чем на 5-6 мм. Зональная иризация наблюдается в виде подобных многоугольников с общим центром, отделённых друг от друга иризирующими и неиризирующими зонами шириной до 1-3 мм. Число таких многоугольников иногда достигает 50.

Устанавливается отчётливая связь между цветом иризации и химическим составом лабрадора. С увеличением основности лабрадора происходит смена цвета иризации от синего до жёлтого. Узоры иризации совпадают с рисунком одновременного погасания зёрен лабрадора.

Таблица 13

Иризирующие полевые шпаты

Минерал и его разновидность	Сингония и вид симметрии	Ювелирно-поделочные разности	Тип месторождения
Подгруппа калиевого полевого шпата $K[AlSi_3O_8]$			
Санидин	Моноклинная, моноклинно-призматический	Лунный камень	В кислых субвулканических интрузивах (вкрапленники, шлировые обособления)
Ортоклаз	-	Лунный и солнечный камень	В кислых гнейсахлептитах и пегматитах
Натронортоклаз (мурчисонит)	-	Лунный камень	В сиенитовых пегматитах
Адуляр	Триклинная и псевдомоноклинная		В альпийских жилах
Микроклин	Триклинная, пинакоидальный	Лунный и солнечный камень	В пегматитах
Подгруппа плагиоклазов $Ca - Na[AlSi_3O_8]$			
Альбит (антипертит)	Триклинная, пинакоидальный	Лунный и солнечный камень	В кальцит-альбитовых пегматоидных жилах
Олигоклаз	-	-	В пегматитах
Андезин	-	Солнечный камень	-
Лабрадор	-	Собственно иризирующий лабрадор и солнечный камень	В лабрадоритах

Иризация является следствием неоднородного строения кристаллов полевых, шпатов, представляющих продукты распада первоначально гомогенных смешанных кристаллов в процессе упорядочения их структуры. Различный характер иризации (лунный, солнечный камень и др.) у одних и тех же минералов объясняется особенностями состава, морфологией, размерами и распределением в толле кристалла продуктов такого распада.

У солнечного камня луч света испытывает отражение, преломление и дифракцию от пластинок гематита, образовавшихся вследствие распада ферриполевошпатовой молекулы. Гематитовые пластинки имеют гексагональную, треугольную, прямоугольную, ромбовидную и неправильную формы (иногда с зазубренными, неровными краями) и размеры от субмикроскопических до 3,5 мм в длину при толщине 50 -500 мкм. Эти пластинки закономерно ориентированы параллельно обычным граням полевого шпата, реже - редко встречающимся и ещё реже - теоретически возможным, но несуществующим граням (Anderson, 1915; Divljan, 1960; Франк-Каменецкий, 1964; Рундквист и др., 1973).

Ферриортоклаз, сохранивший метастабильное состояние (без выпадения гематитовых пластинок, известен на пегматитовом месторождении Итронгэй (о.Мадагаскар), где он в виде золотисто-жёлтых прозрачных кристаллов встречен совместно с цирконом и диопсидом. Минерал является драгоценным камнем (Lacroix, 1922).

Отражающими свет минералами иногда могут быть пластинки ильменита (особенно у лабрадоров) или самородной меди (De Sours Campos, 1962). Известен прозрачный авантюриновый Лабрадор из Калифорнии с включениями металлической меди (Andersen, 1917),

Натриево-калиевые полевые шпаты (санидин, ортоклаз, адуляр, микроклин, альбит, антипертит) распадаются на калиево- и натриево-полевошпатовую составляющие в виде пертитовых вростков.

Дир и др. (1966), ссылаясь на данные других исследователей, отмечают, что иризация может быть обусловлена диффузией света от соседних доменов с различными оптическими свойствами. Плоскости иризации почти параллельны второй оси и составляют с плоскостью (901) угол около 73°. Таким образом, они почти совпадают с (601) или (701). Вдоль этих плоскостей в ортоклазе и микроклине часто проявляется мурчисонитовая спайность или отдельность.

Величина пертитовых вростков и количество их в теле кристалла определяют интенсивность и реже оттенков иризации.

Как отмечает Спенсер (.Spenser, 1930), чем тоньше пертитовые вростки, тем ярче будет иризация в голубых тонах. Жемчужно-белая иризация вызывается более обильными и более широкими

вростками альбита. Лучшие лунные камни представлены ортоклаз-криптопертитом (Шри-Ланка, Бирма). Натровый ортоклаз-криптопертит месторождений Южной Норвегии и альбит-антипертит Северной Норвегии (о.Сейланн) обнаруживают как типичную иризацию лунного камня, так и иризацию в лимонно-жёлтых и красно-оранжевых тонах.

В перистеритах, представляющих собой плагиоклаз № 5-17, также отсутствует полная смесимость натриевого и кальциевого полевых шпатов и поэтому в них обычно присутствуют альбитовая (Äi_{0-5}) и более основная (Äi_{30}) фазы (Хэтч и др., 1975). Свет отражается от границ этих двух фаз, лежащих в плоскости (081), по Бёггильду (Boggild, 1924). К олигоклазам относятся беломориты Северной Карелии, некоторые перистериты месторождений Канады в пегматитовых жилах Онтарио и Квебеке.

Аналогичным явлением (распадом на альбитовую и анортитовую составляющие) объясняется иризация основного плагиоклаза (Агафонова, 1950). Изменением относительной величины альбитовых вростков (в более основных плагиоклазах они толще и встречаются реже) объясняется, по-видимому, и зависимость интерференционной окраски лабрадора от его основности. Иногда иризация Лабрадора в красных и золотистых тонах бывает обусловлена включением пластинок гематита, ильменита и меди, и тогда он рассматривается как солнечный камень.

Иризация лунного камня устойчива. Она сохраняется вплоть до температуры плавления полевых шпатов и может вновь восстанавливаться после медленного охлаждения (Spenser., 1930; Полевые шпаты. ..., 1952). Лабрадор при нагревании белеет. Если при этом он становится матовым, то иризация тускнеет и исчезает, а если стеклянный блеск сохраняется, то иризация наблюдается в Лабрадоре даже после нагревания до 1300°C (Агафонова, 1969). Иризация солнечного камня, по данным И.Н.Рундквист и др. (1973), исчезает в микроклинах с интенсивно развитыми сегрегированными пертитам. В этих микроклинах нарушается закономерная ориентировка пластинок гематита или они вовсе исчезают.

Физические и оптические свойства иризирующих полевых шпатов такие же, как и свойства обычных минералов этой группы и поэтов в настоящем выпуске не рассматриваются. Иризирующие полевые шпаты обычно слабо просвечивают и гораздо реже бывают прозрачны. В частности, беломорит может просвечивать в пластинках толщиной до 5мм.

Химический состав иризирующих полевых шпатов обычен. Иногда они содержат окись натрия в количестве от долей процента до 12%, при этом в некоторых случаях можно говорить об иризирующих полевых шпатах как об антипертитах (ортоклаз Вишнёвогорского месторождения). Содержание окиси железа в полевых шпатах с иризацией солнечного и лунного камня обычно варьирует в одних и тех же пределах.

Иризирующие полевые шпаты иногда содержат обильные включения, среди которых наиболее часто встречаются в лунном камне апатит и турмалин, а в Лабрадоре пластинки ильменита. Нередко в кристаллах иризирующих полевых шпатов наблюдаются щелевидные или трубкообразные пустоты, располагающиеся в полостях, параллельных основным граням. Полевые шпаты легко выветриваются с образованием каолиновых глин.

Лунный камень имеет большое сходство с голубоватыми опалесцирующими опалами. Отличаются они по твёрдости (у опалов она ниже) и наличию спайности (у опалов её нет). Кроме того, опал под микроскопом выглядит аморфным. Лунный камень может быть имитирован опалесцирующим стеклом. У стекла более высокая плотность, но более низкая твёрдость, двупреломление слабое или вовсе отсутствует, в то время как у лунного камня двупреломление выражено отчётливо. В характере отсвета также имеются различия: у стекла это мутноватый блик, а у лунного камня шелковистый отлив. Другой способ имитации лунного камня заключается в использовании бесцветной син-тетической шпинели на голубоватой тонкой металлической, лаковой или эмалевой подложке или подложке из тонких игл рутила. Солнечный камень может быть имитирован авантюриновым стеклом (Sehloss-macher 1969)

1.2.14. Малахит

Малахит относится к группе ювелирно-поделочных камней. Название камень получил от греческого слова "молохе" - "мальва" (растение) - очевидно, за сходство окраски малахита с цветом

зелени (Бетехтин, 1956), Прежде собственно малахитом считали плотные разности этого минерала, представляющие интерес как ювелирный, поделочный или коллекционный материал. Землистые разности, часто содержащие примеси других минералов, называли "медной зеленью".

Формула малахита $Cu_2[CO_3](OH)_2$ или $CuCO_3 * Cu(OH)_2$. Химический состав (в %): CuO 71,95 (Си 57,40), CO_2 19,90, H_2O 8,15. В очень небольших количествах устанавливаются CaO , Fe_2O_3 и SiO_2 (Бетехтин, 1956). Кроме того, Г.Н. Вертушков указывает на присутствие цинка и калия. Если малахит замещается силикатами, фосфатами или сульфатами меди, то в нем отмечаются примеси P_2O_5 , SO_3 и SiO_2 .

Малахит - самый распространённый минерал в зонах окисления медносulfидных месторождений. Встречается он в виде плотных натечных образований, землистых выделений и псевдоморфоз по ассоциирующим с ним минералам. Кристаллы малахита крайне редки, они имеют облик коротко- и длиннопризматический, игольчатый и волокнистый. Наиболее часто они представлены двойниками по (100) с входящими углами в направлении (001) благодаря чему удлинены по (100) Наблюдаются полисинтетические прорастания кристаллов. Спайность их совершенная по пинакoidу (001).

Малахит оптически отрицательный минерал. Показатели преломления: $N_g=1,909$; $N_m=1,875$; $N_p=1,655$; $2V=-43^\circ$; $c N_p=23^\circ$; плоскость оптических осей параллельна (010). Плеохроизм от бесцветного по N_p до темно-зеленого по N_g .

Твёрдость малахита 3,5-4, он хрупкий, удельный вес 3,3-4,1. Излом малахита неровный, скорлуповатый. Блеск стеклянный до алмазного, на изломе шелковистый, в полировке бархатный. Черта бледно-зеленая. Малахит имеет зелёный цвет различных оттенков. Окраска обусловлена присутствием иона Си, интенсивность окраски зависит от строения, величины и сочетания минеральных индивидов, от строения агрегатов малахита.

Особые диагностические свойства малахита следующие: в соляной кислоте растворяется с шипением, выделяя углекислый газ; смоченный в HCl малахит окрашивает пламя в голубой цвет; перед паяльной трубкой в восстановительном пламени плавится и даёт корольёк меди. При нагревании малахита до 150-500°C одновременно выделяются вода и углекислый газ. Процесс обезвоживания и декарбонатизации происходит постепенно, без скачков, причем сначала малахит теряет воду, а затем углекислый газ. При температуре около 250°C малахит из зелёного становился чёрным.

В качестве ювелирно-поделочного и коллекционного материала используют плотные агрегаты малахита, а также его псевдоморфозы по различным медьсодержащим минералам. По внутреннему строению уральские умельцы выделяли две разновидности малахита - бирюзовый и плисовый. Большую практическую ценность имеет первая разновидность.

Бирюзовый малахит характеризуется параллельно-волокнистым и концентрически-зональным строением. Размер индивидов малахита не превышает сотых долей миллиметра, и их можно практически различить лишь под микроскопом. Цвет этой разновидности малахита светло-зелёный (до белого), голубовато-зелёный, бирюзовый и изумрудно-зелёный. Более тёмные зоны сложены относительно крупными (десятые доли миллиметра) зёрнами, а светлые зоны имеют криптокристаллическое строение. Декоративный облик бирюзового малахита определяется чередованием различно окрашенных в яркие зелёные тона "лент", которые образуют то плавные изгибы, то резкие угловатые изломы и создают чудесный неповторимый рисунок. По конфигурации и крупности деталей рисунка выделяют мелкоузорчатый и ленточный бирюзовый малахит. Сочетание в одном образце мелкоузорчатого и ленточного малахита повышает эстетическое восприятие и ценность камня. В природе не существует другого зелёного минерала, который сочетал бы в себе оригинальность рисунка и сочность контрастно сменяющейся окраски различных тонов.

Плисовый малахит имеет радиально-лучистое строение. Отдельные индивиды, слагающие радиально-лучистый агрегат, имеют размеры до десятых долей миллиметра, что и обуславливает темные тона зелёной окраски минерала. В изломе камень имеет шелковистый блеск, что и послужило основанием для названия "плисовый". В связи с тем, что эта разновидность камня имеет тёмную

окраску и низкое качество принимаемой полировки, пливовый малахит обладает декоративными свойствами, значительно уступающими бирюзовому малахиту.

В природных условиях наиболее распространён бирюзовый малахит. Встречается он в виде различных по форме неточных образований: сталактитов, почко- и гроздевидных агрегатов, сталактитово-сталагмитовых корок и т.д. Пливовый малахит имеет более ограниченное распространение и форма его выделения отлична от бирюзового. В коренном залегании он выполняет трещины, слагая жилы, реже пустоты, образуя почковидные агрегаты. Особой формой выделения являются псевдоморфозы малахита по различным минералам. Среди них, вероятно, наибольшую ценность могут представить септарии азурита, частично или полностью замещённые малахитом.

На месторождениях меди совместно с малахитом встречаются азурит и элит, высокодекоративные разности которых используются в камнерезных поделках и ювелирных изделиях.

Азурит (медная синь) весьма близок к малахиту по химическому составу и структуре. Его формула $Cu_3(CO_3)_2 \cdot (OH)_2$ с содержанием(в %) : CuO 69,24; CO_2 25,53 и H_2O 5,24. Встречается в виде кристаллов короткопризматического или таблитчатого облика в сплошных зернистых и землистых массах. Цвет азурита тёмно-синий, в землистых массах - голубой. Твёрдость 3,5-4, удельный вес 3,7-3,8.

Элит (фосфат меди) по внешнему виду сходен с малахитом. Химическая формула $Cu_5(PO_4)_2 \cdot (OH)H_2O$. Встречается в почковидных агрегатах с концентрически-зональным строением. Цвет тёмно-зелёный или черноват-зелёный. Твёрдость 4-4,5; удельный вес 3,8-4,27.

1.2. Области применения и технические требования к качеству камнесамоцветного сырья

Как было показано выше, камнесамоцветное сырьё в зависимости от интенсивности окраски, степени прозрачности и наличия дефектов подразделяются на две группы: ограночное сырьё (для фацетной огранки) и ювелирно-поделочное (для кабошонной огранки). В первой группе относятся прозрачные бесцветные и окрашенные камни, ко второй - просвечивающие (хризопраз, жадеит), густоокрашенные (например, темно-синий сапфир), камни до определённой степени дефектные (с трещинами, не выходящими на поверхность), в также непрозрачные (бирюза, малахит). Лучшим материалом для огранки является чистый-, имеющий видимых простым глазом дефектов (Методические ...1983).

При отборе сырья для огранки необходимо обращать внимание на форму штуффов, обломков или кристаллов. Если они очень тонкие (уплощённые) или совершенно бесформенные, то выход обработанных камней будет низким. Наиболее ценные для огранки толстые массивные куски, по форме приближающиеся к кубу или сфероиду. Если камень трещиноват, то в процессе его обработки трещины, как правило, увеличиваются, что в итоге может привести к разрушению образца. Поэтому сырьё с трещинами, идущими в направлении от внешних частей камня внутрь, является неполноценным. Если трещины расположены в центральной части камня, то в результате многократного отражения падающего света кажется, что их количество во много раз превосходит истинное. Особенно резко этот эффект проявляется в камнях ступенчатой огранки. . Камни, содержащие трещины к центральной части можно использовать только предварительно разрезав их вдоль трещин.

При равномерной окраске камня обычно не возникает особых трудностей с его огранкой, сложнее гранить неравномерно окрашенные камни. Например, у аметиста окраска часто сосредоточена в тонких зонах, расположенных между бесцветными. В этом случае при обработке следует ориентировать камень так, чтобы окрашенная зона оказалась расположенной параллельно верхней грани ограненной вставки. Иногда в кристалле (куске) хорошо окрашена лишь небольшая часть, а остальная часть камня либо бесцветна, либо имеет бледную окраску. В этом случае камень следует гранить так, чтобы окрашенный участок оказался у вершин павильона, тогда вставка может оказаться достаточно красивой

Наиболее сложными для огранки являются камни, у которых заметны различия в окраске по разным кристаллографическим направлениям. Примером могут служить турмалин, рубин, сапфир и некоторые бериллы, обладающие ясно выраженным дихроизмом. В этом случае обрабатывать камни

следует так, чтобы верхние грани были расположены перпендикулярно направлению длинной оси (Методические..., 1983).

Ювелирно-поделочное сырьё обрабатывается преимущественно в форме кабошона. Наиболее интересны камни, обладающие эффектами астеризма, "кошачьего глаза", опалесценцией и т.д. Лунным и звездчатым камням придаётся форма двояковыпуклого (выпуклого) кабошона с большой кривизной верхней поверхности по сравнению с нижней, или плосковыпуклого (простого) кабошона. В обоих случаях для наиболее полного выявления оптического эффекта высота кабошона должна составлять от 1/3 до 1/2 его ширины. Интенсивно окрашенным рубинам и сапфирам придаётся иная форма выпуклого кабошона: верхняя поверхность его имеет небольшую кривизну, а нижняя более выпуклая, что обеспечивает усиление свечения камня. Густо окрашенные гранаты обрабатываются в форме выпукло-вогнутого кабошона.

Для собственно поделочных камней направление распила выбирают с точки зрения раскрытия декоративно-художественных качеств и механической прочности исследуемого материала. Для установления

распилить образец по двум взаимно перпендикулярным направлениям.

опытных камнерезных изделий, в которых художественно-декоративные качества раскрываются наиболее полно.

Ниже приводятся краткие сведения об использовании того или иного минерала от древних времён до настоящего времени и технические требования промышленности к качеству камнесамоцветного сырья на основе ГОСТ-41.128-77 и ГОСТ-41.117-76.

1.3.1. Рубин и сапфир

Рубин и сапфир использовались людьми за несколько тысячелетий до нашей эры в качестве амулетов и талисманов. Позднее, в Древнем Риме, эти камни, наряду с другими, служили украшениями и приобрели высокую эстетическую и материальную ценность у римской знати. В средние и новые века благородный корунд использовался для изготовления религиозных и династических регалий, включая короны и скипетры - символы государственной власти,

В древние и средние века рубину и сапфиру приписывались чудодейственные свойства. Считалось, что ношение рубина надёжно защищает от тяжёлых болезней, обеспечивает благополучие и сохраняет титулы. Сапфиру приписывалась сверхъестественная сила умирять страсти и даровать ясность мысли.

Благородный корунд широко используется и в наши дни. Он идет

люты (природные рубины и синие сапфиры). Наряду с этим искусственно выращенные рубины и сапфиры применяются в точной механике (опорные камни в часах и точных приборах), используются в лазерах, а также в солнечных батареях космических аппаратов

Рубин и сапфир обладают не только привлекательной окраской, но и очень ярким блеском. Что бы максимально проявить эти свойства, камни гранят а ступенчатой форме или в комбинированной, когда нижней половине камня придаётся бриллиантовая огранка, а верхней ступенчатая. В форме кабошона обрабатываются звездчатые рубины и сапфиры, камни, обладающие эффектом "кошачьего глаза", а также образцы с очень густой окраской и с другими дефектами.

Огранённые благородные корунды дорого ценятся на мировом рынке. В 1985 г, розничные цены в США на камни высокого качества колебались в следующих пределах (в долл. за карат): рубин весом от 0,4 до 2,5 карат 400-2900; сапфир Синий весом от 1 до 5,5 карат 220-1800; сапфир оранжевый, зелёный, фиолетовый и др. весом от 1 по 14,5 карат 50-1700.

1.3.2. Изумруд

Как в древности, так и теперь основное применение изумруд находит в ювелирной промышленности. Кристаллы изумруда гранят или кабошонируют и затем используют как вставки в перстни, подвески, броши.

Лабораторным путём может быть получен синтетический изумруд, внешне почти не отличимый от природного. Он обладает приятной изумрудно - зеленой окраской и имеет гексагонально-призматическую форму, прозрачен. Несколько отличается содержанием химических

компонентов { в %): повышенным содержанием окиси алюминия - 18,65 и окиси хрома - 2,00 и значительно уменьшенным содержанием окиси магния - 0,10, натрия - 0,56 и воды - 0,14 (Рхау, 1955). Показатели преломления синтетического изумруда низкие 1,561-1,562. Хорошо различаются природный и искусственный изумруды по свечению в ультрафиолетовых лучах. При длине волны в 2537 А природный изумруд даёт бледно-зелёное, иногда окаймлённое красной чертой свечение и крайне редко слабо-красное; искусственный изумруд светится ярко-красным до малинового цветом (Gubelin, 1956, 1964; Webster, 1962)

Для изумруда в СССР разработаны технические условия (ТУ-95-177-73), в основе которых лежат требования к интенсивности окраски изумруда, его прозрачности и массе. К дефектам, снижающим качество изумруда как драгоценного камня, относятся твердые включения, трещиноватость кристаллов, их замутнённость и неравномерное распределение окраски. Прозрачные, густоокрашенные бездефектные кристаллы изумруда ценятся иногда дороже алмаза.

В зависимости от цвета изумруды разделяются на четыре сорта: I - тёмно-зелёный, 2 - нормально-зелёный, 3 - средне-зелёный и 4 - светло-зелёный.

В зависимости от размеров кристаллов и их обломков изумрудное сырьё подразделяется на четыре класса: I - более 20 мм, II - от 10 до 20 мм, III - от 6 до 10 мм и IV - от 2 до 5 мм.

Обработанные изумруды относятся к двум категориям: гранёные и кабошоны, каждая из которых в зависимости от интенсивности окраски подразделяется на пять цветовых групп, от степени прозрачности: - на качественные группы (гранёные на три, кабошоны на две) и от размеров кристаллов и их обломков - на весовые группы (в каждой цветовой группе выделяется до 14 весовых групп).

Подобное (без весовых групп) деление изумрудного кристалло-сырья существует и в Колумбии (Johnson, 1961). Здесь разработано шесть цветовых классов в каждом из которых выделено по четыре группы, учитывающие дефекты кристаллов (степень прозрачности).

Активным спросом на мировом рынке пользуются колумбийские огранённый изумруд стоимостью от 500 до 3000 долларов за карат. Отдельные высококачественные камни реализуются по 10000 долларов за карат. Также высоко оцениваются изумруды из стран Африки (Трансвааль, Южная Родезия) и Южной Америки (Бразилия), индийские низкокачественные изумруды предлагаются по 25-30 долларов за карат (ВИКИ, 1974).

1.3.3. Берилл и топаз

И берилл, и топаз из-за большой твёрдости, разнообразной (часто яркой) окраски, высокого показателя преломления и сильного блеска в ювелирных разностях представляют собой прекрасный ограночный материал. Из этих самоцветов изготавливаются огранённые фасетной огранкой вставки в кольца, перстни, серьги, броши, кулоны, ожерелья. Значительно менее ценны вставки-кабошоны из дефектных (с трещинами и включениями) бериллов и топазов, которые также используются в ювелирных изделиях.

Берилл очень хорошо гранится и полируется. Основными формами его огранки являются: бриллиантовая, роза, ступенчатая, шахматная и смешанная. Наиболее ценятся на мировом рынке разновидности берилла редкой окраски - розовые и красные воробьевиты (морганиты) и темно-синие бериллы. Также высоко ценятся аквамарины, особенно ярко-голубые камни цвета небесной лазури. Достаточно редкими, а потому и ценными, являются жёлтые гелиодоры с четко выраженным астеризмом. Наиболее обычны жёлтые, жёлто-зелёные и зелёные разности.

Топаз, обладая совершенной спайностью, представляет собой значительно более трудный для огранки материал. Из него получают красивые камни, наиболее распространённой формой огранки которых является ступенчатая, реже применяются бриллиантовая и комбинированная формы огранки.

Наиболее ценными на мировом рынке являются топазы розовой окраски, далее идут интенсивно окрашенные винно-жёлтые топазы, затем топазы густо-чайного цвета и голубые разности. Топазы бесцветные или бледно окрашенные ценятся значительно ниже.

Следует отметить, что в последнее время большую ценность приобрели ювелирные бериллы и топазы в друзах – штуфах. Это вызвано всё возрастающим во всём мире интересом к коллекционированию.

Технические требования к ювелирным бериллу и топазу в сырье, действующие в СССР, представлены в табл. 14.

Технические требования на ювелирные берилл и топаз (ГОСТ-41.128-77)

А. Аквамарин

1. Аквамарин для изготовления гранёных вставок

Название камня	Минимальный размер куска камня по одному из трёх измерений, мм	Масса куска камня, г	Выход бездефектной области камня, %	Сорт
Аквамарин	10	1-15	100	I
	6	1-15	100	
	10	1-15	75-100	II
	100	2-30	50-75	III

Примечание. Аквамарин голубовато-зелёного и голубого цвета интенсивно и равномерно окрашенный, чистый, прозрачный.

Аквамарин для изготовления кабошонов

Название камня	Минимальный размер куска камня по одному из трёх измерений, мм	Масса куска камня, г	Выход бездефектной области камня, %	Сорт
Аквамарин	4	1-30	100	III
	2	1-30	100	IV
	4	2-30	75-100	IV

Б. Берилл

Название камня	Минимальные размеры бездефектной области камня, мм	Сорт
Берилл	15*15*12	Высший
а) зелёный	10*10*8	I
б) оливково-зелёный	6*6*5	II
в) желтовато-зелёный	4*4*4	III

В. Топаз

Название камня	Минимальные размеры бездефектной области камня, мм	Сорт
	15*15*12	Высший
	10*10*8	I
	6*6*5	II
	10*10*8	III

Примечание. Допускается зональный характер распределения окраски.

Цены на мировом рынке на ювелирные берилл и топаз можно видеть на примере розничных цен, действующих в США. В этой стране, являющейся крупнейшим потребителем драгоценных камней, стоимость гранёных бериллов колеблется от 1-2 до 75 долларов за карат в зависимости от характера и интенсивности окраски и величины камня; стоимость гранёных топазов составляет от 2-4 до 60 долларов за карат, достигая 100 долларов за карат камня интенсивной розовой окраски. В Европе и Южной Америке цены на топаз и берилл примерно такие же (в долл. за карат): аквамарин - 1-100, топаз - 10-100 (Киевленко и др., 1974).

1.3.4. Ювелирный турмалин

Ювелирный турмалин представляет ценный ограночный материал и, по последней классификации, относится к драгоценным камням. IV порядка {Киевленко и др., 1974}. В современной ювелирной промышленности используются главным образом турмалины эльбаитового ряда, изредка применяются дравиты и ещё реже чёрные непрозрачные шерлы.

Турмалин, в отличие от некоторых минералов с совершенной спайностью (топаз, кунцит, хромдиопсид), очень легко принимает полировку без растрескивания и помутнений обычными тонкими пластинами. Бездефектные цветные разновидности идут на изготовление вставок, обработанных фасетной (многогранной) огранкой, для колец, серёг, брошей, кулонов и других ювелирных изделий. Основными формами-шахматная и комбинированная. Полупрозрачные

трещиноватые, но красиво окрашенные разновидности обрабатывается в виде кабошонов, ценность которых значительно уступает ценности огранённых камней.

В последние годы на мировом рынке пользуются спросом прозрачные тонкие призматические кристаллы рубеллита, верделита или полихромного турмалина, которые в естественном виде без обработки, оправленные в благородный металл, выглядят оригинально и эффектно. Наибольшей ценностью обладают густо окрашенные рубеллиты розовых, пурпурных и малиновых тонов, а также ярко-синие инпиголиты. Уступают им в цене полихромные турмалины и зелёные слабоокрашенные верделиты. Большую ценность в качестве коллекционного материала имеют друзы или сростки кристаллов цветного турмалина в ассоциации с другими минералами.

Кроме использования в ювелирном деле, турмалины находят применение в качестве сильных пьезоэлектриков в радиоэлектронике и приборостроении, где их не могут заменить даже высшие сорта пьезокварца. В технике применяются абсолютно бездефектные кристаллы турмалина, из которых изготавливаются пластинки прямоугольной или округлой формы.

По временным техническим условиям на пьезотурмалин, утверждённым в 1969 г. ранее существовавшим трестом "Цветные Камни, к кондиционному сырью относятся прозрачные и непрозрачные (шерл) бесцветные и окрашенные разновидности турмалина, имеющие бездефектную монокристалльную область размером не менее 4х4х2 мм.

В соответствии с техническими требованиями на ювелирный турмалин (дополнение № 2 к Прейскуранту 06-07, 1966) к кондиционным кристаллам относятся чистые прозрачные кристаллы и их обломки размером не менее 6 мм по наименьшему измерению при весе не менее 5г. При этом окраска материала и ее интенсивность могут быть различными; бесцветные и чёрные турмалины не являются ювелирным сырьём (табл.15)

Таблица 15

Технические требования к турмалину

Качественная характеристика сырья	Выход бездефектной монокристалльной области (в %)	Сорт
А. Пьезотурмалин		
Прозрачные альбитовые турмалины	Не менее 65	I
То же	От 10 до 65	II
шерлы	75-100	III
Б. Ювелирный турмалин		
Прозрачные цветные турмалины	Не мене 65	I
То же	30	II
-	15	III
-	Менее 15	

На мировом рынке в настоящее время наблюдается неуклонный и устойчивый рост цен на все натуральные драгоценные камни, включая турмалин. По данным Бюллетеня иностранной коммерческой информации за 1974г. (ВИКИ, 1574, № 72,86), в 1972-1973 гг. цены на эти камни увеличились вдвое. Сильно возросла стоимость мелких камней, не пользовавшихся ранее заметным спросом. Например, огранённый средне окрашенный рубеллит весом 1,5 карата стоит сейчас от 15 до 25 долларов за карат, а густо окрашенный камень того же веса - до 100 долларов за карат. В связи с нехваткой на мировом рынке природных изумрудов, цена зелёного турмалина (верделита) высшего сорта достигает 300 долларов за карат. В то же время наблюдается резкое снижение цен на искусственные драгоценные камни. Так, в начале 1974 г. на американском рынке огранённые синтетические турмалины разной окраски размером от 8х6 до 10х6 мм продавались по цене от 0,66 до 0,77 долларов за камень (ВИКИ № 71, 1974).

Очень высоко оцениваются за рубежом коллекционные образцы. Крупные и совершенные по форме кристаллы цветного турмалина или любые по размерам друзы подобных кристаллов в ассоциации с другими минералами стоят иногда дороже, чем тот кондиционный материал, который из них может быть получен для огранки. Цена таких кристаллов и друз колеблется от 20 до 1000 долларов за штуф в зависимости от качества, размеров и степени сохранности форм (Martin, 1958).

1.3.5 Хризолит

Хризолит используется в ювелирном деле в течение нескольких тысячелетий. Известное с глубокой древности месторождение ювелирного оливина на о.Зебергет (Сент-Джонс) в Красном море упоминается Плинием в "Естественной истории", написанной ещё в начале эры. Образцы хризолитов с этого острова обнаружены при археологических раскопках в Александрии. Известны огранённые хризолиты, относящиеся к периоду греческой античной культуры. В средние века крестоносцы привозили в Европу (в числе военной добычи) великолепные ювелирные изделия с хризолитом (Moneta, 1965). В древности хризолит ценили не только за его красоту - этому камню приписывали и свойство предохранять владельца от неразумных поступков и ограждать от дурных снов. Большим спросом хризолит стал пользоваться в начале нашего века вследствие "зелёной моды", наряду с изумрудом весьма повысился интерес и к другим камням зеленого цвета.

В современном ювелирном производстве хризолит используется, в основном, в золотых изделиях в виде гранёных вставок и, реже, кабошенов. Общепринятой формой его огранки является бриллиантовая, благодаря которой камень приобретает яркую игру. Прозрачные интенсивно окрашенные разновидности хризолиту относятся к драгоценным камням 4-го порядка (Киевленко и др., 1974).

Технические требования, утверждённые Министерством геологии СССР применительно к ювелирному хризолиту Кугдинского месторождения, приведены в табл.16

Таблица 16

Технические требования к ювелирному хризолиту в сырьё ГОСТ – 41.128-77

Типовая разновидность (месторождение)	Качественная характеристика сырья в бездефектной области камня	Минимальные размеры бездефектной области камня, мм	Сорт
Куглинское (Таймырский национальный округ)	А. Кристаллы, их обломки или зёрна зелёного, желтовато-зелёного и оливково-зелёного цветов.	8*8*6 5*5*4 3*3*3	Высший I II
	Б. Кристаллы, их обломки или зёрна зелёного, желтовато-зелёного и оливково-зелёного цветов. Окраска бледная.	4*4*3	-

Примечания. 1. Для всех сортов допускаются единичные сочетания газово-жидкие включения.

2. Выход бездефектной области камня должен быть не менее 50%

Наиболее распространёнными дефектами хризолита являются замутнения, трещиноватость, включения магнетита и золотисто-бурой слюды, которая обычно приурочена к участкам с желтоватым оттенком. Иногда в краевых частях зёрен зелёного хризолита наблюдаются тёмноокрашенные, почти чёрные, участки, ухудшающие его качество.

По данным Р.Х.Джанса (Jahrs, 1960), розничные цены на хризолиты в США колеблются от 48 до 75 долларов за один огранённый камень, в зависимости от качества камня и его размеров. Оптовые цены на огранённый хризолит, поставляемый из США на внешний рынок, составляют 1,5-2,0 доллара за карат.

1.3.6. Гранаты

Гранаты используются в абразивной промышленности и в ювелирном деле. В качестве абразивов чаще всего применяются железистые гранаты и, особенно, альмандин, несколько реже родолит, спессартин и андрадит.

Из красиво, окрашенных, преимущественно прозрачных камней изготавливаются вставки для колец, брошей, кулонов, бус. К драгоценным камням относятся (по мере возрастания их ценности) демантоид, гроссуляр, гессонит, родолит, топазолит, спессартин, пироп и альмандин. Уваровит и гидрогроссуляр используются в основном как поделочные камни.

Демантоид гранится по форме бриллиантовой огранки, реже ему придаётся плоская ступенчатая форма. Пироп, альмандин, спессартин и гессонит обычно обрабатывается в виде кабошенов. Для

осветления очень тёмных камней с тыловой стороны кабошона выбирается часть камня по серповидному профилю.

Названные разности гранатов нередко используются вместе с другими более дорогими камнями - алмазом, изумрудом и т.д. Кроме того, альмандин и гессонит используются для изготовления камей. Щётки уваровита и гидрогроссуляр идут на декоративные поделки, причём изделия из уваровита ценятся значительно дороже, чем из гидрогроссуляра.

Гранаты широко распространены в природе, но ювелирные их разности встречаются значительно реже. Только пироп, демантоид и альмандин являются объектами самостоятельной добычи, в связи с чем технические требования к сырью в настоящее время разработаны только для этих камней (демантоид - ОСТ-41.128-77, пироп и альмандин - МРТУ-41-2-70) (табл.17).

Стоимость гранатов на мировом рынке неодинакова. Постоянно пользуется большим спросом и высоко ценится демантоид, который в последние годы экспортируется в небольшом количестве из Италии в США по цене от 500 до 5000 долларов за карат. Весьма дорогими являются гроссуляр и гессонит, экспортируемые Танзанией и, в меньшей степени, Кенией и Канадой по цене от 200 до 1000 долларов за карат. Продолжает оставаться дорогим (до 200 долларов за карат) родолит, поставляемый на мировой рынок Танзанией, республикой Шри-Ланка и, в меньшем количестве, США. Пироп (из США, ЮАР, Танзании и Кении) и альмандин (из Малагасийской республики, Шри-Ланки, реже из Индии и Бразилии) оцениваются от 10 до 100 долларов за карат (БИКИ, 1974).

Таблица 17

Технические требования к сырью

Наименование камня	Типовая разновидность месторождений	Качественная характеристика сырья в бездефектной области камня	Минимальные размеры бездефектной области камня, мм	Сорт
1. Демантоид	Уральский	Зелёный, травяно-зелёный Светло-зелёный Золотисто-зеленый Табачный, шоколадный	3*3*3 1,5*1,5*1,5 3*3*3 1,5*1,5*1,5 3*3*3	Высший I II III I-V
2. Пироп	-	Красный, тёмно-красный, лилово-красный. Окраска равномерная различной интенсивности. Красный, лилово-красный. Окраска равномерная интенсивная	5*5*5 4*4*4	I II
3. Альмандин	-	Красный, буровато-красный, густо-оранжевый, тёмно-вишнёвый. Окраска равномерная интенсивная. Красный, оранжевый, вишнёвый. Окраска равномерная различной интенсивности.	5*5*5 4*4*4	I II
Примечание. Для всех сортов демантоида допускаются единичные волосовидные включения твёрдых минералов.				

1.3.7. Горный хрусталь

Главными областями применения горного хрусталя (бесцветный горный хрусталь, раухтопаз и морион) являются радиоэлектроника, ультразвуковая техника и оптика. Вместе с тем кристаллы горного хрусталя широко используются в ювелирно-гранильном деле.

Бесцветный горный хрусталь благодаря чистоте и прозрачности кристаллов издавна применялся ювелирами. Мелкие изделия, бусы, печати из бесцветного горного хрусталя были найдены при археологических раскопках в Египте, Ассирии, Греции, Риме. Известны сделанные с высоким мастерством крупные резные чаши, вазы, бокалы, часто с гравировкой и инкрустированные серебром и золотом китайской, японской и арабской работы VII-VIII вв. (Леммлейн, 1941). Среди художественных изделий из горного хрусталя очень высоко ценились полированные шары, которые применялись в старину для охлаждения рук в жаркие дни, а также в качестве зажигательных стёкол

для сжигания ран. Идеальные по чистоте шары из горного хрусталя свыше 15 см в диаметре очень редки и баснословно дорого. (Ферсман, 1954).

Начиная с XIX в., в связи с развитием производства хрустального стекла, применение бесцветного горного хрусталя в ювелирном деле становится ограниченным. Вместо горного хрусталя стал широко использоваться дымчатый кварц.

В современном ювелирном производстве применяются как природные, так и искусственные кристаллы кварца. Но так как пьезооптический кварц ценится гораздо выше, чем ограночный, сырьём для ювелирной промышленности обычно являются кристаллы, не пригодные по своим размерам или качеству для применения в технике.

Цитрин благодаря своей яркой и красивой окраске не уступает по цене рядовому аметисту и относится к ювелирным драгоценным камням IV порядка, тогда как бесцветный горный хрусталь, дымчатый кварц и морион принадлежат к ювелирно-поделочным камням I порядка (Киевленко и др., 1974). По данным БИКИ (1975, январь), в середине 1974 г. цены на цитрин, импортируемый в США из Бразилии, составляли 1,00-10,00 долларов за карат, а на дымчатый кварц 0,25-2,00 долларов за карат.

Прозрачные бесцветные кристаллы кварца гранятся в бриллиантовой или комбинированной форме, непрозрачные морионы - в плоской, а волосатики и кварцы с декоративными включениями шлифуются в форме - кабошонов. Диаманты используются в ювелирных изделиях, не подвергаясь специальной обработке, в естественном виде.

Кристаллы кварца являются ценным коллекционным материалом, иногда более дорогим, чем то кондиционное сырьё, которое может быть из них извлечено для использования в технике или в ювелирном производстве. В качестве коллекционных используются друзы или хорошо образованные одиночные кристаллы кварца однородной или зональной окраски, фантомкристаллы (зональные кристаллы горного хрусталя с призрачным контуром ранних форм роста), образцы с эффектом голубых лучей и т.д.

Требования промышленности к качеству ограночного кварца в сырье регламентируются в СССР отраслевыми стандартами. Такими стандартами для ограночного дымчатого кварца служат ОСТ-41-128-77, а для ювелирно-поделочных сортов волосатика, цитрина и мориона в сырье - МРТУ-41-2-70 (табл. 18 и 19).

Таблица 18

Технические требования ОСТ 41-128-77 к ограночному дымчатому кварцу в сырье

Декоративно качественная характеристика бездефектной области камня	Минеральные размеры бездефектной области камня (в мм)	Сорт
Окраска равномерная дымчатая различной интенсивности с розоватым или фиолетовым оттенком	15*15*12	I

Примечание. Для всех сортов камней, предназначенных для огранки, допускаются единичные точечные газово-жидкие включения.

Таблица 19

Технические требования МРТУ-470 к ювелирно-поделочному Кварцу (волосатику, цитрину, мориону) в сырье

Название камня	Качественная характеристика сырья	Минимальные размеры бездефектной области (в мм)	Выход бездефектной области (в %)	Сорт
Волосатик	А. Бесцветный или слабоокрашенный в дымчатые, фиолетовые или золотистые тона с чётко выраженными блестящими игольчатыми, нитевидными включениями различных	20*20*20	75-100	I

	минералов. Степень насыщения включениями 20-60%.			
	Б. То же. Степень насыщения включениями 5-20% и 60-80%.	20*20*20	75-100	II
	В. То же. Допускаются газово-жидкие включения, мутины, вуали в количестве не более 20% объёма камня.	20*20*20	75-100	III
Морион	Окраска равномерная густая смоляно-чёрная	15*15*15	60-100	I
Цитрин	А. Окраска интенсивная равномерная оранжево-жёлтая, золотисто-жёлтая, лимонно-жёлтая или «чайная»	10*10*10	75-100	I
	Б. Окраска различной интенсивности равномерная оранжево-жёлтая, лимонно-жёлтая или «чайная»	10*10*10	50-100	II

Дефектами ювелирного и ювелирно-поделочного кварца являются трещины, замутнения, газово-жидкие, а также недекоративные твёрдые включения. Обычные дефекты алмазов - сколы по вершинам и рёбрам кристаллов и вкрапления чёрных пылевидных частиц.

1.3.8. Аметист

Аметист широко использовался для изготовления ювелирных изделий, гравированных печаток и гемм ещё в античные времена. Начиная со средних веков, этот камень стал излюбленным украшением предметов церковного обихода и одежды служителей христианской церкви. Для ювелирных украшений аметист снова стал широко применяться в Европе во второй половине XVIII века, после открытия месторождений в Саксонии около Дрездена. В России он получил широкую известность в конце XVIII века.

В современном ювелирном производстве аметист применяется, главным образом, для изготовления ожерелий, брошек, бус, а также вставок в кольца, серьги, запонки и т.п. Его прозрачные интенсивно окрашенные разновидности относятся к драгоценным камням IV порядка (Киевленко и др., 1974).

Аметист довольно легко распиливается и хорошо полируется. Существуют различные способы обработки камня: очень густо окрашенные или замутнённые аметисты кабошонируются, а прозрачные гранятся в ступенчатой или комбинированной (бриллиантово-ступенчатой) форме.

Технические требования на ювелирный аметист в сырьё регламентированы ГОСТ-41.128-77, утвержденным Министерством геологии СССР в 1977 г. (табл. 20).

Таблица 20

Технические требования к аметисту А. Аметист для изготовления огранённых вставок

Типовая разновидность (месторождение)	Качественная характеристика сырья	Минимальные размеры бездефектной области камня в мм	Сорт
Хасаварка, Ватиха, Обман	Прозрачный фиолетовый или пурпурный различных оттенков: А) окраска интенсивная	15*15*12 10*10*8 6*6*5	Высший I II

	Б) окраска средней интенсивности	10*10*8 6*6*5	I II
	В) окраска слабая	10*10*8	I

Примечание. Для всех сортов допускается зональный и струйчатый характер распределения окраски

Б. Аметист для изготовления вставок в форме кабашона

Типовая разновидность (месторождение)	Качественная характеристика сырья	Минимальный размер каня по одному из 3-х измерений, мм	Минимальная масса камня в граммах	Сорт
Хасаварка, Ватиха, Обман	Полупрозрачный фиолетовый или пурпурный различных оттенков с мутинами, вуалью, мелкой трещиноватостью, газ.-жид. включениями твёрдых минералов:			
	А) интенсивно и среднеокрашенные	10	5	I
	Б) Слабоокрашенный	16	10	II

Допускаются для всех сортов неокрашенные б/цвет. Участки не более 10% от массы куска камня.

1.3.9. Жадеит

Жадеитовая порода, наряду с нефритом и менее вязкими кремнями, использовалась человеком ещё в каменном веке в качестве скребков, долот и других инструментов. По мере развития цивилизации -жадеит становится излюбленным материалом для изготовления художественных предметов культово-религиозного и декоративного назначения. Жадеит, известен под названием чалчихуитла, у ацтекских племён Мексики (во времена завоевания её испанцами) ценился дороже золота. Это был культовый драгоценный камень ацтекской знати, подобно нефриту в Китае. До сих пор при археологических раскопках на полуострове Юкатане (в Южной Мексике), в Гватемале, Панаме и Коста-Рике находят многочисленные художественные изделия и амулеты из жадеита культуры майя и более ранних культур.

В XVI в. резные изделия из жадеита, украшали многие храмы Мексики и были непременным атрибутом в ритуалах, связанных с культом поклонения солнцу. Жадеит служит также в качестве средства, якобы исцеляющего от смертельных болезней.

В древнем Китае жадеит наряду с нефритом, по-видимому, широко применялся для изготовления художественных резных украшений, кубков, ваз, перстней, браслетов и других предметов. Благодаря высоким декоративным свойствам, большой твёрдости, способности принимать зеркальную полировку жадеитовая порода широко используется и в современном ювелирном и камнерезном производстве. Наиболее высоко ценится изумрудно-зелёная просвечивающая разновидность, кот-рая идёт на вставки в кольца, серьги и другие ювелирные украшения. Ярко-зелёные полупрозрачные и непрозрачные камни обрабатываются в форме кабошонов и бусинок.

В Бирме различают ряд торговых сортов. жадеита:

1. Империял - изумрудно-зелёная прозрачная и полупрозрачная тонкозернистая разновидность однородной окраски. Лучшие образцы пенятся очень высоко, почти как изумруд.
2. Комершиал - прожилки и пятна полупрозрачного изумрудно-зелёного жадеита на фоне зелёного непрозрачного.
3. Утилита - ярко-зелёная непрозрачная разновидность.

Кроме того, имеются другие товарные разновидности, к числу которых относится зелёная с облачной окраской, просвечивающая, похожая на талый снег, белая матовая полупросвечивающая, напоминающая бараний жир, и белая полупрозрачная с ярким блеском. Выделяется также сорт тёмно-зелёный хлормеланит, идущий на изготовление дешёвых украшений.

Качество жадеита в сырье регламентируется в СССР отраслевым стандартом ОСТ-41-117-76, согласно которому не допускаются трещины, мяготины, ожелезнение, инородные минеральные включения. За эталон принят жадеит Итмурундинского месторождения, для которого характерна неравномерная зеленовато-белая и серая окраска с мелкими зелёными пятнами. Минимальный размер

бездефектной области камня 100х100х100 мм. Оптовая цена поделочного жадеита составляет 4 -50 долларов за 1 кг.

Во Всесоюзном научно-исследовательском институте синтеза минерального сырья разработана методика искусственного окрашивания белой и серой жадеитовой породы в ярко-зелёный цвет, имитирующий природную окраску ювелирно-поделочного жадеита. Это позволяет использовать нестандартное по окраске сырьё для дешёвых украшений.

1.3.10. Хризопраз

Хризопраз принадлежит к ювелирным (драгоценным) камнями четвертого порядка и используется в традиционной для таких камней форме кабошона, бус и камей. Изделия из хризопраза были особенно популярны в XVII-XVIII вв.

Хризопраз широко применялся для производства предметов роскоши украшения предметов церковного ритуала в некоторых странах Западной Европы, мозаики, а также для инкрустаций мелких поделок (Urban Jan, 1971). Так, в Оружейной палате (Мартынова, 1973) хранятся медальон и табакерка, в отделке которых, наряду с золотом, драгоценными и полудрагоценными камнями использовался хризопраз.

Наша промышленность вырабатывает мелкие украшения из хризопраза главным образом потому, что крупные куски встречаются редко кабошоны овальной формы размером 18х7, 7х7,3 мм.: ставки для перстней 17х14х4,5 мм, а также круглые кабошоны 10х5, 13х7, 15х7 мм. Из хризопраза бледной окраски изготавливаются плоские вставки для перстней.

При обработке хризопраза следует учитывать, что это хрупкий камень и легко раскалывается, приобретая занозистость по краям сколов. При шлифовке его нужно предохранять от слишком большого нагревания, так как он обесцвечивается вследствие обезвоживания.

Технологические испытания показывают, что камень хорошо режется алмазным инструментом с охлаждающими жидкостями - водой или соляровым маслом. Шлифуется на чугунной планшайбе шлифпорошками 3, 10 и микропорошками марки М-40, М20 и М-10; доводка производится микропорошками М-5. Полируется зелёным крокусом на войлоке, принимая зеркальную полировку. При полировке хризопраза политугой достигается очень красивый блеск минерала.

Технические требования к сырью определяются отраслевым стандартом ОСТ-41-117-76 Министерства геологии СССР.

Обычными дефектами хризопраза являются трещиноватость, кавернозность, наличие обесцвеченных участков, примеси гидроокислов железа и др.

Цены на хризопраз на мировом рынке всегда остаются относительно высокими. Так, в начале XX в. стоимость хризопраза, добытого на ныне отработанных месторождениях в Калифорнии и Аризоне, составила в среднем 168,4 доллара за 1 кг (Minerals resources, 1912).

При средней стоимости 1 кг сырья, добытого в 1968-1970 гг. на австралийском месторождении Мальборо-Крик, от 5 до 9 долл. (Queensl. Gov.Min.journal, 1970-1971)

коммерческие цены в зависимости от качества и блочности сырья составляли (по Lapidary journal 1973 г.) в долл. за 1 кг

- за хризопраз модульного типа в кусках весом до 400 г - 176;
- за зелёный хризопраз прекрасного качества и голтованный хризопраз - 141;
- за хризопраз яблочно-зелёный с минимумом включений или голубовато - зеленый, в некоторых кусках прозрачный до полупрозрачного - 105.8;
- за хризопраз хорошего качества стандартного цвета с редкими пятнышками в пластинках толщиной 8-15 мм - 60;
- за хризопраз яблочно-зелёный отборный, разрезанный на отдельные куски - 50.

Не сортовое по размерам и декоративные, показателям сырьё используется в качестве коллекционного материала и голтовок. В кустарном производстве за рубежом охотно применяется хризопраз с жилками и пятнами коричневого цвета за счёт окрашивания железом из боковых пород (Schwahn-Procopwicz, 1955).

Дефицит камня приводит к тому что на мировой рынок поступает некоторое количество искусственно окрашенного хризопраза (Webster, 1962).

1.3.11. Агат

Издавна из-за красоты, высокой твёрдости и способности принимать зеркальную полировку агат использовался как ювелирно-поделочный камень. Особенно широко применялся искусственно окрашенный агат. С развитием техники нашли применение и такие свойства агата, как вязкость, кислотоупорность, прочность на истирание. Технический агат ценится дороже ювелирно-поделочного, и зачастую низкосортные технические агаты используются как ювелирно-поделочное сырьё. Технический агат используется для производства ступок, пестиков, цапф для теодолитов и нивелиров, опорных призм для точных весов и т.д.

Художественные изделия из агата многообразны - это амулеты Востока и скарабеи Древнего Египта, камни, геммы и перчатки античного мира, кулоны, брелки, запонки, табакерки и другие изящные поделки. Кабинетные образцы агата обладают высокой декоративностью. Одним из наиболее крупных и интереснейших образцов обработанного агата является плоское блюдо диаметром 75 см, вырезанное из целого куска минерала. Хранится оно в палате драгоценностей Музея истории искусства в Вене (Дэна и др., 1966;).

Ювелирно-поделочные агаты характеризуются чётким чередованием слоев, густотой и яркостью окраски, а также иногда причудливым рисунком, напоминающим деревья, мхи, водоросли, очертания животных, людей или даже пейзаж. Превосходным материалом для изготовления кабошонов являются огненные агаты - полосчатые радужные красновато-коричневые с включениями мельчайших кристаллов гётита. Эффект световой игры камня появляется, если при обработке оставить над радужным слоем достаточно тонкую оболочку прозрачного халцедона.

Для изготовления камей и гемм лучше всего подходят ониксы. Используя двух- и трёхслойные ониксы, добиваются объёмности изображения. Например, в знаменитой камее Гонзага фон сделан из голубого тёмного слоя, лица изображённых персонажей из следующего светлого, а детали одежды и волосы сделаны из верхнего тёмного слоя. Мастером использованы естественные линии и оттенки камня для подчёркивания характерных художественных деталей.

Технический агат, в противоположность ювелирному, характеризуется однородной бледной окраской, едва заметной или неясной полосчатостью. Требования на технический агат и халцедон определяются отраслевым стандартом ОСТ-41 -117-76.

Наиболее часто встречающийся в агатах дефекты, снижающие качество, - трещиноватость камня, раскол по слоям (скорлуповатость), включения других минералов (кальцита, цеолитов, опала и др.), обесцвечивание вдоль трещин и в краевых частях миндалин.

Согласно ГОСТ 15519-70 устанавливаются следующие марки и сорта технического агата:

АТ-1 - агат технический однородной текстуры, радиально-лучистой сферолитовой структуры с равномерным расположением центров кристаллизации (месторождение Памач, Ахалцихский район. Грузинская ССР).

АТ-2 - агат технический однородной и неясно полосчатой текстуры, микрозернистой структуры с участками раскристаллизации зёрен халцедона до мелко- и среднезернистого кварца (месторождение Шурло, Ахалцихский район, Грузинская ССР).

Агат технический марки АТ-1 должен применяться для изготовления приборных камней по ГОСТ 88982,8, ГОСТ 8896-68 и других приборных камней; агат технический марки АТ-2 должен применяться для изготовления приборных камней по ГОСТ 10093-68.

В зависимости от размеров годных площадей и наличия дефектов агат подразделяют на три сорта (табл. 21).

Таблица 21

Сорт технического агата

Сорт	Марка	Нормы		
		Наименьшая длина годного участка (в мм)	Площадь годного участка в среднем минимальном сечении куска или миндалины (в мм^2)	Площадь участков окварцевания и локализованных включений к общей площади сечения (в %) не более
I	АТ-1 АТ-2	40	25	10

II	AT-1 AT-2	25	12	20
III	AT-1 AT-2	20	6	50

Мелкие куски агата марки AT-1, не имеющие трещин, зональной окраски, включений других минералов и корки вмещающей породы, массой не менее 100 г относятся к III сорту. В агате I сорта допускается не более одной трещины в сечении и наружной поверхности куса или миндалины; в агате II и III сортов - не более двух.

Требования к качеству технического агата выражаются в следующем: годная площадь не должна иметь трещин, участков окварцевания, включений других минералов и резко выраженной зональной окраски; допускаются локализованные лишь в одном месте включения других минералов (кальцита, цеолитов, опала и др.). Допускаются полые пространства, при этом наименьшая длина годного участка считается от края пустоты до края корки кусе или миндалины. При определении полезной массы куса или миндалины масса окварцованных участков и кварцевых щёток должна исключаться. Мелкополосчатые разновидности агатов не допускаются. Наибольшая толщина корки вмещающей породы должна быть не более 10 мм.

1.3.12. Благородный опал

Благородный опал и красиво окрашенные разновидности обыкновенного опала используются с древних времен. Так называемые восточные опалы из Карпат были известны уже в I в. до н.э. Во времена Римской империи изделия с опалами имели большую популярность и ценились весьма дорого. В XIX в. спрос на камень упал из-за суеверного представления о том, что опал приносит несчастье (видимо, из-за способности минерала к растрескиванию). Однако интерес к камню не мог исчезнуть надолго из-за исключительной красоты опала. В настоящее время благородный опал пользуется большим спросом на мировом рынке. Благородный опал используют в современной ювелирной промышленности как драгоценный камень для вставок в кулоны, броши, серьги, перстни и браслеты. Нередко изделия с благородным опалом дополняют осыпью из мелких бриллиантов. Кроме того, для ювелирных изделий, иногда и для декоративных, используются маточные опалы: изделия из красновато-бурых, иссиня-серых или чёрных пород, на фоне которых опалесцируют разноцветные многочисленные прожилки благородного опала, выглядят весьма эффектно. В декоративных целях используются также и обыкновенный красиво окрашенный опал и кахолонг. Из этих камней вырезают различные изделия - фигурки, статуэтки, пепельницы, сигаретницы, бусинки, реже вставки в недорогие ювелирные украшения.

Обрабатывают благородный опал в виде высоких или плоских полусферических форм - кабошонов. Исключение составляют лишь однородно окрашенные и прозрачные опалесцирующие огненные опалы, известные в Мексике (шт. Идальго), которые подвергаются фасетной огранке. {Blank, 1933; Лэна а др., 1966),

Возможность использования в ювелирной промышленности благородных опалов ограничена их дефектами. К наиболее важным из них относятся хрупкость, приводящая к растрескиванию, а также способность мутнеть и терять опалесценцию при дегидратации. Благородные опалы Австралии менее других поражены подобными дефектами.

Коммерческая ценность благородного опала определяется его свойствами - окраской, опалесценцией, прозрачностью, прочностью. Размеры практически не ограничиваются, так как благородный опал даже самых незначительных размеров используют в изделии вместе с вмещающей породой. Как уже отмечалось, наиболее высоко ценятся чёрный и арлекин-опалы. Образец чёрного опала, найденный в 1919г. на месторождении Рейнбоу-Ридж, шт.Невада, весом 17 унций (почти 500 г) был оценен в четверть миллиона долларов (Dake, 1933). Цены на благородные опалы в середине 1974 г., по сообщению Бюллетеня иностранной коммерческой информации (БИКИ, 1974), приведены в табл.22.

Таблица 22

Цены на благородные опалы

Благородный опал	Основной поставщик	Цена за карат, долл.
------------------	--------------------	----------------------

Чёрный	Австралия	100-2000
Серый	-----	25-400
Огненный и белый	Мексика	10-250

Обработку опала проводят осторожно, что объясняется хрупкостью камня. Нельзя резать благородный опал, используя масло, так как камень впитывает его, теряя при этой опалесценцию, и мутнеет. Обдирку изделия производят на обычном точильном камне до нужного размера, затем полируют вручную о мягкую кожу. Полировка таким способом доводится до зеркальной и сохраняется долго при правильном уходе за изделием (Batchelor, 1954).

Технические требования приведены в ОСТ-41.117-76.

1.3.13. Окаменелое дерево

Применение окаменелого дерева в качестве декоративного камня насчитывает не одно тысячелетие. Известно, что оно широко применялось в Ассирии и в древнем Риме для изготовления различных украшений.

В конце XIX и начале XX вв. окаменелое дерево было модно в Соединенных Штатах Америки, где из крупных стволов, находимых в Аризоне, изготавливали красивые столешницы, вазы, канделябры и другие предметы. В США и в настоящее время окаменелое дерево добывается как коллекционный материал и как материал для всевозможных поделок.

В России в дореволюционное время в камнерезной промышленности окаменелое дерево применялось для изготовления шкатулок, столешниц, ваз и других изделий. В СССР в тридцатых годах окаменелое дерево, добываемое на Годердзском месторождении, использовалось для поделок. Позднее добыча и обработка окаменелого дерева с этого месторождения была заброшена, и в настоящее время она производится в небольшом объёме эпизодически на разных месторождениях.

Для оценки качества цветных камней Министерством геологии СССР разработаны технические требования, собранные в ОСТ-41.117-76, где дается характеристика только силицифицированного дерева. Характеристика других видов окаменелого дерева и требования к ним не разработаны, хотя некоторые разновидности также могут применяться в качестве поделочного камня. Приведенные технические условия не учитывают в отношении силицифицированного дерева такой важный недостаток, как хрупкость, характерный для большинства опаловых разновидностей. Недостаточно подчеркнуты и основные декоративные показатели, такие, как хорошая сохранность первоначального структурного рисунка древесины, густота и чистота сохob окраски.

Следует отметить, что на мировом рынке наибольшим спросом пользуется окаменелое дерево Аризонского месторождения (США), имеющее халцедоновый состав и очень четкую структуру древесины при декоративной расцветке (красной и белой).

Как показали исследования, проводимые в Комплексной геологической экспедиции (Л.С.Путолова), качественная оценка окаменелого дерева зависит от цвета, четкости рисунка древесины - внутренней его структуры, сохранности годовых колец роста, чередования по этим кольцам цветовых оттенков, а также от степени прозрачности вырезанных пластинок.

Наиболее декоративные разности с мелким контрастным рисунком могут быть пригодными для изготовления небольших ювелирных изделий. Разности менее декоративные с более крупным рисунком рекомендуются в качестве поделочного камня для изготовления как крупных изделий (торшеров, столешниц, ваз и пр.), так и более мелких (пепельниц, письменных приборов и пр.). Крупные куски окаменелого дерева могут найти применение и для изготовления декоративно-облицовочной плитки.

Данные по качественной оценке окаменелого дерева некоторых месторождений Советского Союза приведены в табл.23.

Таблица 25

Возможные области применения окаменелого дерева

Месторождение	Минеральный состав (преобладающий минерал)	Цвет, рисунок	Дефекты	Оценка пригодности
---------------	--	---------------	---------	--------------------

Гордердзское	Опал	Коричневый, рисунок не чёткий	Мелкие трещинки	Поделочный камень
	Халцедон	---	---	---
	Смесь опала с халцедоном	От почти белого до коричневого	---	Ювелирно-поделочный камень
Армутлинское	Халцедон	Смоляно-чёрный	Трещины, мякотинки	Поделочный камень
Сариарское	Смесь опала с халцедоном	От почти белого до чёрного, рисунок чёткий	Мелкие трещинки и каверны	---
Хикоянское	Халцедон, углистое вещество, кальцит	Буровато-коричневый	Пониженная прочность	Ювелирно-поделочный камень
Курдюмовское	Опал	От тёмно- до светло-коричневого с сиреневым оттенком, рисунок чёткий	Мелкие трещины	---
	Халцедон	Жёлтый, светло-коричневый, тёмно-коричневый, рисунок моховидный	---	Поделочный камень
Киргинское	Кварц	От жёлтого до коричневого, рисунок чёткий	Крупные трещины, пористые участки	---
Львовское	Кварц и халцедон	Серовато- и розовато-коричневый, тонко полосчатый рисунок	Каверны и пустоты	---

Как можно видеть из данных, приведенных в табл.23, высокими декоративными показателями обладает окаменелое дерево Годердзского (разновидность, состоящая из халцедона и опала), Курдюмовского (опал), а также Хикоянского (халцедон, углистое вещество, карбонат кальция) и Львовского (кварц и халцедон) месторождений.

В ряде случаев наиболее эффектны срезы, сделанные вдоль годовых колеи, так как при этом хорошо видно чередование цветовых оттенков. Пластинки, вырезанные из окаменелого дерева, сохраняют прочность при минимальной толщине от 3 мм (Армутлинское месторождение) до 7 мм (Годердзское месторождение). Более высокими прочностными свойствами, как правило, обладают пластинки, вырезанные из окаменелого дерева халцедонового состава. Но следует отметить, что иногда пластинки, вырезанные из дерева, состоящего целиком из опала, также могут обладать высокой прочностью (Курдюмовское месторождение). Окаменелое дерево хорошо режется алмазными пилами, причём рекомендуется производить водяное охлаждение, так как масло впитывается в изделия и оставляет тёмные пятна.

Шлифовка производится на чугунной планшайбе шлифпорошками № 3 и 10 и микропорошками М-40, М-20, М-10 и М-5; полировка окисью хрома на войлочном круге.

1.3.14. Яшма

Хотя яшма относится к одному из древнейших цветных камней, находящих применение в камнерезном деле, в западноевропейских странах она стала использоваться в качестве поделочного камня только в XV-XVI вв. В России интерес к яшме появился в начале XVIII в. при Петре I, который направлял "рудознатцев" за яшмой на Урал и в Сибирь. В XV-XIX вв. были открыты месторождения цветных яшм на Урале и на Алтае, и она широко использовалась для изготовления как мелких, так и крупных высокохудожественных изделий - ваз, торшеров и других предметов, украшавших интерьеры дворцов. Своими камнерезными изделиями особо славилась Колыванская фабрика, которая за сто лет (1802-1902 гг.) изготовила из яшмовых пород Алтая, около 250 крупных ваз, 74 колонны,

достигавших высоты 4 м, несколько десятков каминов, канделябров, торшеров и других предметов (Ферсман, 1974).

Уникальным изделием Колыванской фабрики является колоссальная овальная чаша, изготовленная из ревневской яшмы. Монолит для неё бит добыт в 1092 г., и первоначальный вес его составлял около 20 т. Первичная обработка монолита производилась на месте и продолжалась около двух лет. Из такой же зеленовато-волнистой ревневской яшмы были изготовлены и восемь монолитных колонн, находящихся в Эрмитаже. Значительное количество изделий из местных яшм изготовлялось и уральскими мастерами-камнерезами - всевозможные шкатулки, письменные приборы, пепельницы и мелкие ювелирные украшения. Изделия из яшм служили предметом торговли на русских дореволюционных ярмарках - Ирбитской, Нижегородской, Екатеринбургской, а также вывозились за границу. Изделия из алтайской яшмы экспонировались на Всемирной выставке 1851 г. в Лондоне и получили высокую оценку.

В настоящее время из высокодекоративных алтайских и уральских яшмовых пород изготавливаются, главным образом, небольшие ювелирные изделия (вставки в запонки, броши, кулоны), а также пепельницы, письменные приборы и другие мелкие сувенирные предметы. Однотонные нерисунчатые и крупнорисунчатые яшмы используются главным образом как поделочные и декоративно-облицовочные камни. Тонкорисунчатые яшмы находят применение в ювелирном деле для изготовления вставок в различные изделия. Наиболее высокой декоративностью обладают пейзажные яшмы, когда на полированной поверхности камня вырисовывается пейзаж или слезный фантастический рисунок.

Широкое применение находят некоторые декоративные яшмы в технике. Из одноцветной серой или зеленоватой яшмы изготавливают аптечные ступни, пестики, валы для лощения кожи, волоочильные доски и другие изделия, применяемые в ряде отраслей промышленности (кожевенной, медицинской и др.).

Бархатисто-чёрная яшма (лидит) используется как пробирный камень для определения (при помощи цвета черты) содержания золота в его сплавах.

По сравнению с яшмами роговики в камнерезном деле применяются мало, хотя по самим декоративным качествам они могли бы наравне с яшмами являться материалом для изготовления как мелких, так и более крупных художественных изделий и декоративно-облицовочных плиток.

Технические требования к яшме как декоративно-поделочному и техническому камню содержатся в утверждённом Министерством геологии СССР отраслевом стандарте ОСТ-41-И7-76.

Характерными первичными дефектами яшм являются трещиноватость, инородные включения, корки выветривания и участки, сложенные более мягкими разностями ("мякотины"). Наряду с этим в яшмах могут образовываться и вторичные дефекты - макро- и микротрещиноватость возникающие в случае применения при разработке месторождения взрывчатых веществ.

На физико-механические и, в известной степени, на декоративные свойства яшм влияют и минеральные примеси, обладающие более низкой твёрдостью и содержащиеся: в количестве нескольких процентов, в том числе опал (твёрдость 5-5,5), лимонит и гётит (твёрдость 4,5-5,5), минералы группы хлорита (твёрдость 1,5-3,5), землистые агрегаты эпидота (твёрдость 4), слюда (твёрдость 2-3), глинистые минералы (твёрдость 1-2,5) и карбонаты (твёрдость 3). Эти минералы при полировке могут выкрашиваться, что создаёт шагреновую поверхность и другие дефекты. Значительное влияние на качество полировки оказывает и величина зёрен минералов-примесей: мелкочешуйчатая слюда на качество полировки практически не влияет, но более крупные её пластинки (0,1-0,2 мм) создают на поверхности камня пористость или шагреновую поверхность. Следует отметить, что хотя в ОСТ-41-И7-76 минимальный размер бездефектных участков яшмы установлен равным 100х100х100 мм, этот размер может считаться обоснованным только для крупнорисунчатых яшм, используемых как поделочный камень. В случае же оценки такой яшмы для получения декоративно-облицовочной плитки эти требования являются завышенными, так как минимальный размер плитки 50х50 мм (по ОСТ 41-77-73, см. ниже). Так же и мелкорисунчатые яшмы, используемые для ювелирных изделий и мозаичных работ, могут найти применение и в виде более мелких кусков.

Роговики как поделочный камень должны отвечать техническим требованиям, указанным в табл. 24.

Таблица 24

Технические требования к роговику (по ОСТ 41-117-76)

Наименование камня	Месторождение или типовая разновидность камня	Декоративно-качественная характеристика сортового камня	Минимальные размеры сортового камня (1 мм)	Сорт
Роговик	Кумыштагское	Чёрный, серый, зелёный, бурый, розовый, белый различных оттенков. Окраска различной интенсивности однотонная, полосчатая, пёстрая, рисунчатая.	150*150*100	I

Дефектами роговики являются ожелезнение, трещиноватость, включения рудных минералов, "мякотины".

В связи с тем, что яшмовые породы и роговики следует рассматривать и оценивать не только как поделочный, но также и как декоративно-облицовочный камень, ниже приводятся утверждённые министерством геологии СССР технические требования на декоративно-облицовочную плитку, изготовленная из природных камней (ОСТ 41-77-73). Согласно ОСТ 41-77-73 камень, идущий на изготовление плитой, должен отвечать требованиям ОСТа на камни-самоцветы поделочные в сырье, приведенные в табл.24. ОСТ 41-77-73 устанавливает также минимальный размер плиток по длине (ширине) в 50 мм с размером увеличения, кратным 100 мм, а по толщине 5 мм с размером увеличения, кратным 5 мм. Декоративно-облицовочные плитки по областям применения принципиально не отличаются от обычных облицовочных плит. В связи с этим яшмы и роговики, предназначенные для изготовления декоративно-облицовочной плитки (особенно для отделки памятников и внешних частей зданий), должны в соответствии с требованиями ГОСТ 9479-69 подвергаться испытаниям для определения физико-механических свойств по следующим стандартам: предел прочности при сжатии - ГОСТ 8462-75, водопоглощение и морозостойкость - ГОСТ 7025-67.

1.3.15. Бирюза

Бирюза - один из распространённых ограночных камней, широко используемых в ювелирной промышленности благодаря красоте окраски, легкости обработки и сравнительно малой стоимости.

Собственно драгоценным камнем является только плотная яркоокрашенная небесно-голубая бирюза без каких-либо примесей и инородных включений. Она легко принимает зеркальную полировку и шлифуется в виде кабошонов округлых или овальных форм. Ввиду того, что однородная голубая бирюза, как правило, встречается в мелких обособлениях, из неё обычно изготавливаются кабошоны размером в 2-4 мм, применяемые в осыпных изделиях, а которых бирюза прекрасно сочетается с жемчугом, бриллиантами и другими драгоценными камнями. Более крупные выделения бирюзы применяются в оправе из драгоценных металлов и в виде бус.

Крошка бирюзы и тонкие её пластинки используются для инкрустации по дереву и металлам и для изготовления цементированных камней, имитирующих плотную и брекчиевидную бирюзу. Очень хороши, бывают искусственно окатанные (голованные) камни, характеризующиеся индивидуальностью форм и размеров.

Широко распространённые разновидности бирюзы зеленоватых оттенков, а также камни с пятнами и включениями ценятся значительно ниже, хотя последние своей неповторимостью бывают более интересны, чем однородная бирюза. На Востоке широко развита гравировка бирюзы. Дефектные участки камня при изготовлении украшения закрываются драгоценным металлом.

Довольно высоко ценятся "паутинные" или "сетчатые" разновидности бирюзы, образованные сложным узором тончайших прожилков чёрного углистого вещества или окислов железа на ярком голубом фоне. Такие разновидности характерны для Аризонских месторождений в США, а в СССР были встречены в Центральном Кызылкумах на проявлениях Ауыи-нза и Тюя-Таш.

В зарубежной ювелирной промышленности умело используется вся "бирюзовая руда", в том числе так называемая "брекчиевая" бирюза и "бирюзовая матка", представляющая собой вмещающие породы с мелкими включениями и тонкими прожилками бирюзы, из которых нельзя выделить кондиционного по размерам материала.

В Иране бирюза по её ценности разделяется на следующие сорта: ангуштари - небесно-голубая до густо-голубой однородной окраски без включений вмещающих пород; барханех - небесно-голубая до зеленовато-голубой с очень тонкими лимонитовыми прожилками и араби - светлая или пятнистая яркоокрашенная со значительным количеством включений вмещающей породы.

В США разработаны методы облагораживания мелоподобной бирюзы с превращением её в качественный материал, оцениваемый так же высоко, как и природное сырьё. Работы по облагораживанию плотной зеленовато-бурой и бурой ярозитизированной бирюзы Средней Азии начаты также во Всесоюзном научно-исследовательском институте синтеза минерального сырья (ВНИИСИМС). Имеются сведения об искусственном выращивании бирюзы за рубежом, однако синтетические камни не пользуются большим спросом.

Требования ювелирной промышленности к качеству бирюзы в сырьё в СССР регламентированы отраслевым стандартом ОСТ 4I-I6-7I, утверждённым Министерством геологии СССР (табл.25). Основными параметрами, определяющими соответствие бирюзы ОСТу, являются декоративные качества сырья и масса камня. Минимальный размер камня 3 мм в поперечнике. Декоративные качества бирюзы определяются чистотой камня, его цветом, интенсивностью окраски, характером распределения и степенью развития дефектов. Не допускаются 'мякотины', каверны и трещины, а также слабая, неопределённых тонов окраска.

Бирюза, не отвечающая требованиям ОСТа, может поставляться по согласованию с заказчиком. Это, главным образом, относится к коллекционному материалу, представляющему собой шtuфы вмещающих пород с включениями и прожилками несортной бирюзы или образцы пород с сортной бирюзой, стоимость которой явно ниже стоимости образца в целом; сюда же относятся уникальные образцы, представляющие музейную ценность.

Таблица 25

Требования промышленности к качеству ювелирной бирюзы

Разновидности бирюзы	Качественная характеристика	Минимальная масса камня в г.	Сорт
Бирюза голубая «яркая»	1.а. Плотная равномерно окрашенная, однотонная. Цвет голубой или небесно голубой.	10	Экстра
	1.б. Плотная, равномерно окрашенная. Цвет голубой или небесно голубой. Допускается развитие пятен, дендритов и волосовидных прожилков чёрного и тёмно-бурого цвета на площади не более 20% поверхности камня.	15	Экстра
Бирюза голубая «яркая»	2.а. Плотная, равномерно окрашенная, однотонная. Цвет голубой, небесно-голубой.	5,0	Высший
	2.б. Плотная, равномерно-окрашенная. Цвет голубой, небесно-голубой. Допускается развитие пятен, дендритов и волосовидных прожилков чёрного и тёмно-бурого цвета на площади не более 30 % поверхности камня.	7,0	Высший
	3.Плотная равномерно окрашенная. Цвет голубой, небесно-голубой. Допускается развитие пятен, дендритов и волосовидных прожилков чёрного и тёмно-бурого цвета на площади не более 30 % поверхности камня.	1,5	I
	4.Плотная равномерно окрашенная. Цвет голубой, небесно-голубой. Допускается развитие пятен, дендритов и волосовидных прожилков чёрного и тёмно-бурого цвета на площади не более 30 % поверхности камня.	0,5	II
	5. Плотная, голубого или небесно-голубого цвета с пятнами или прожилками белого, светло-голубого, жёлтого и светло-бурого цвета на площади не более 40 % поверхности камня.	2,0	III
Бирюза голубая «бледная»	1. Плотная, равномерно окрашенная. Цвет голубой и зеленовато-голубой.	10,0	I

	Допускается развитие пятен, дендритов и волосовидных прожилков чёрного и тёмно-бурого цвета на площади не более 30 % поверхности камня.		
	2. Плотная, равномерно окрашенная. Цвет голубой и зеленовато-голубой. Допускается развитие пятен, дендритов и волосовидных прожилков чёрного и тёмно-бурого цвета на площади не более 30 % поверхности камня.	1,5	II
	3. Плотная, равномерно окрашенная. Цвет голубой и зеленовато-голубой. Допускается развитие пятен, дендритов и волосовидных прожилков чёрного и тёмно-бурого цвета на площади не более 30 % поверхности камня.	0,5	III
Бирюза зелёная	1.а. Плотная, равномерно-окрашенная, однотонная. Цвет зелёный или голубовато-зелёный, яркий.	1,0	I
	1.б. Плотная, равномерно окрашенная. Цвет зелёный или голубовато-зелёный, яркий. Допускается развитие пятен, дендритов и волосовидных прожилков чёрного и тёмно-бурого цвета на площади не более 30 % поверхности камня.	1,5	I
	2. Плотная, равномерно окрашенная. Цвет зелёный или голубовато-зелёный, яркий. Допускается развитие пятен, дендритов и волосовидных прожилков чёрного и тёмно-бурого цвета на площади не более 30 % поверхности камня.	0,5	II
Бирюза зелёная	3. Плотная, равномерно окрашенная. Цвет зелёный или голубовато-зелёный, бледный. Допускается развитие пятен, дендритов и волосовидных прожилков чёрного и тёмно-бурого цвета на площади не более 30 % поверхности камня.	1,5	III

Примечание. Камни типа «бирюзовой матки» при содержании ярко-голубой бирюзы во вмещающей породе не менее 30% и с массой не менее 50 гр. относятся к III сорту.

1.3.16. Гематит (кровавик)

Как уже упоминалось, в ювелирном деле для изготовления различных украшений и поделок, а также в качестве абразивного материала для полировки драгоценных металлов употребляется скрытокристаллическая радиально-волокнистая разновидность гематита - красная стеклянная голова.

Несколько более узкое применение - для производства камеи ной миниатюры - находит крупнокристаллический гематит. Известны попытки использовать в качестве ювелирно-поделочного сырья скрытокристаллический плотный гематит. Однако из-за трудной полируемости практическое использование такого гематита не налажено.

Друзы пластинчатых изогнутых кристаллов гематита - железные розы, а также красные стеклянные головы с горным хрусталём и другими минералами или длинноручиные агрегаты тонковолокнистого гематита очень эффектны и являются ценным коллекционным материалом. Использование гематита в других областях общеизвестно: это важнейшая руда на железо, сырьё для производства керамических пигментов, железного сурика, стержней цветных карандашей и др.

Ювелирно-поделочный гематит (кровавик) по классификации Е.Я. Киевленко (1974) относится к ювелирно-поделочным камням. I порядка, сравнительно дорогим, используемым в массовых ювелирных изделиях. При полировке радиально-лучистых разновидностей в плоскостях, перпендикулярных лучистости, он принимает зеркальную поверхность. "Чёрные камни по своей природе обладают совершенно особыми чертами: вместо цветных тонов прозрачных самоцветов здесь возникает металлический блеск как результат энергетического хаоса быстродвигающихся и неправильных атомов и ионов, меняющих свои места и сочетания", - писал А.Е. Ферсман (1962) о чёрных самоцветах. Таким чёрным самоцветом является гематит. Своеобразный блеск гематита (кровавика) издавна привлекал любителей камня. Как поделочный материал он был широко известен в Ассирии-Вавилонии и Древнем

Египте. Начиная с эпохи Возрождения, вплоть до XIX в. мода на резные и ювелирные изделия из кровавика возникала периодически.

В Государственном Эрмитаже и в Минералогическом музее АН СССР им.А.Е. Ферсмана хранятся многие изделия, выполненные из гематита, в том числе резные миниатюры (геммы) эпохи Сасанидов. В настоящее время с внедрением в камнеобрабатывающую промышленность ультразвуковой техники и лазеров появилась возможность наладить производство каменной резной миниатюры в широких масштабах. Для обработки гематита подходят почти все виды огранки: розой, ступенчатая и кабошоном. В каждом конкретном случае подбирают наиболее удачную для данного изделия форму. Фасетная огранка придаёт изделию наибольший блеск. При огранке гематита кабошоном для усиления блеска по срединной линии изделия иногда делается гребень. При ступенчатой огранке камням придаётся форма квадрата, прямоугольника или ромба.

В связи с тем, что голубой тонкозернистый гематит практически не используется, приведенное ниже извлечение из МРТУ-41-3-70 касается только радиально-волокнистого почковидного гематита (типовая разновидность - кишкенисорский).

Технические требования, предъявляемые к качеству ювелирно-поделочного гематита (кровавика), предусматривают следующее:

- а) радиально-лучистое строение;
- б) цвет железо-чёрный или стально-серый;
- в) допускаются:

красноватый оттенок, присущий данному камню,

ярко-красные пятна и точки, обусловленные включением яшмовидной породы, если площадь их развития не превышает 15-20% общей площади камня,

концентрическая зональность, не нарушающая монолитность камня;

- г) не допускаются:

инородные включения, кроме указанных в пункте "в",

скорлуповатая отдельность,

открытые трещины и каверны.

В зависимости от строения кровавика и размера бездефектного камня выделяются следующие сорта (табл.26).

Таблица 26

Технические требования к гематиту (кровавику) в сырье

Минимальные размеры бездефектных радиально-лучистых агрегатов (в мм.)	Выход бездефектного камня (в %)	Сорт
20*20*10	50-100	I
20*20*10	50-100	II
10*10*6	50-100	III

Максимальные размеры камня не должны превышать 200х100 мм в поперечном сечении.

В качестве абразивного материала гематит (кровавик) применяется как в штуфах (для изготовления полировников), так и в порошке. Требования к абразивному кровавику регламентируются МРТУ-41-4-70 и предусматривают следующее:

а) кровавик должен быть плотным, однородным и иметь радиально-лучистое строение со строго упорядоченным расположением лучей,

- б) не допускаются:

- какие-либо инородные включения

-замещение гематита гетитом или другими окислами железа,

развитие железной слюдки между лучами,

концентрическая зональность, заметная не вооружённым глазом»

скорлуповатая отдельность,

открытые или залеченные трещины и каверны.

Кровавик должен быть представлен штуфами (кусками) следующих размеров (табл.27).

Таблица 27

Размеры штуфов сортового кровавика

Минимальные размеры (в мм)		Сорт
Длина (вдоль лучистости)	Сечение (ориентируется поперёк лучистости)	
40	20*15	I
30	20*10	II

Выход бездефектного камня должен составлять 75-100%. Максимальный размер штуфов (кусков) не ограничивается.

Гематит (кровавик) относится к наиболее трудно полируемым рудным минералам (Рамдор, 1962). Прекрасная полировка может быть достигнута только после хорошей предварительной шлифовки. В качестве полировального материала можно использовать Cr_2O_3 . Сечения, перпендикулярные {0001} полируются лучше, чем параллельные ей. При полировке может происходить выкрашивание волокон и минералов-примесей, заключённых между волокнами, что снижает её качество. Для производства ювелирных изделий применяется полировка только перпендикулярно волокнистости.

Следует упомянуть, что при дефиците ювелирно-поделочного гематита на мировом рынке в качестве абразивного материала и ювелирно-поделочного сырья некоторое время использовался гётит. К гётиту предъявлялись следующие требования: толщина почковидных выделений не менее 1,5 см, отсутствие трещин и посторонних примесей, достаточно плотное прилегание волокон. Гётит добывался на медно-вольфрамо-молибденовом месторождении Азегур в Марокко (Dietzich, 1962).

В связи с этим необходимо отметить хорошие результаты, полученные при пробном изготовлении ювелирных изделий из почковидных гётит-лимонитовых агрегатов, обнаруженных в интенсивно ожелезнённой зоне дробления на участке Улькен-Каскыр Букантауской группы месторождений бирюзы в Узбекистане. Эти изделия по своим декоративным качествам не уступают изделиям из гематита (Менчинская и др., 1973).

1.3.17. Нефрит

Использование нефрита восходит к истокам зарождения цивилизации. Орудия труда и охоты из нефрита находят на многих неолитических стоянках в Азии, Европе и Америке. В Китае, Индии и Новой Зеландии нефрит служил священным камнем и символом власти.

Нефриту в древности приписывались многие лечебные свойства. Существовали поверья, что он излечивает почечные болезни, спасает от молнии, а прикосновение к хорошо полированному предмету из нефрита приносит успокоение. В некоторых странах Океании нефрит использовался в качестве денег. По-видимому, со средних веков нефрит стал широко применяться в резных изделиях и украшениях. Во всём мире знамениты китайские резные изделия из нефрита - вазы, шкатулки, жертвенные чаши, фигурки богов, статуэтки и ювелирные изделия. Сейчас нефрит пользуется не меньшей популярностью. Камнерезной промышленностью выпускаются различные изделия из нефрита: подставки, пепельницы, чернильные приборы, вставки в недорогие ювелирные украшения и др. Нефрит используется и как декоративно-поделочный материал, в частности, им инкрустируют мозаичные панно и украшают интерьеры.

Нефрит ценится за глубокий и ровный тон окраски, прочность и способность принимать зеркальную полировку. В соответствии с ОСТ 41-117-76, утверждённым Министерством геологии СССР, нефрит различается по сортам. Требования отраслевого стандарта разработаны для месторождений Восточного Саяна, но могут применяться и для оценки камня других месторождений.

Выход сортовых резкостей определяется путём распиловки добытого камня и колеблется в широких интервалах для разных месторождений: так, в Восточном Саяне на Ослинском месторождении он в среднем составляет 3056, а на Улан-Ходинском – 24%. Кондиционный материал этих месторождений относится в основном к I сорту.

Самыми большими дефектами нефрита являются трещиноватость и микросланцеватость. С ним связано развитие вторичных процессов, приводящих к окрашиванию нефрита вдоль трещин в тёмно-бурые и грязно-серые тона. Снижают ценность камня также включения талька, графита, карбоната,

хлорита и серпентина, образующие мутные пятна и препятствующие получению зеркальной полировки.

Оптовые цены на нефрит в сырье на мировом рынке в 1972 г. составляли от 6,6 до 33 долларов за килограмм и выше. Лучшие разности светлого и яблочно-зелёного полупрозрачного нефрита оценивались в отдельные годы в 125-250 долларов за килограмм (Кеное, 1957).

1.3.18. Родонит (орлец)

Родонит (орлец) является одним из традиционных русских самоцветов. Открытие его на Урале относится к концу XVIII столетия (1798 г.), а широкое использование в качестве поделочного камня начато с середины XIX века, по времени совпадая с расцветом русского камнерезного искусства. Яркая окраска в розовых тонах, нечасто встречающаяся в природных минеральных образованиях, а также способность к восприятию полировки высокого класса снискали широкую известность этому камню. В камнерезном производстве родонит нашёл применение как поделочный, высокодекоративный облицовочный и отчасти ювелирный материал.

До революции родонит в России в основном использовался для изготовления камнерезных поделок. Лучшие образцы изделий того периода из родонита собраны в экспозициях Эрмитажа. Наиболее крупным изделием из него является, по выражению А.Е.Ферсмана, "дивный саркофаг, весом только в семь тонн", хранящийся в Петропавловском соборе-музее в Ленинграде. Саркофаг был выточен из монолита родонита Мало-Седельниковского месторождения, имевшего вес 47 тонн (Ферсман, 1953).

В настоящее время родонит как ювелирно-поделочный материал в отечественном и зарубежном камнерезном производстве широко используется для изготовления некрупных камнерезных предметов утилитарного назначения (пепельницы, книгодержатели, пресс-папье и др.), сувениров, а также кабошонов и плоских вставок в галантерейные и ювелирные изделия.

В качестве облицовочного материала родонит нашёл применение для отделки интерьера станции метро "Маяковская" в Москве и зала вручения верительных грамот большого Кремлёвского Дворца.

Крайне редко на месторождениях встречаются яркоокрашенные полупрозрачные или просвечивающие индивидуумы родонита, представляющие прекрасный материал для изготовления огранённых или кабошонированных вставок в ювелирные изделия.

Технические требования к родонитовому сырью приведены в ОСТ 41-117-76. Сырьё, не удовлетворяющее настоящему ОСТу, может поставляться по согласованию с заказчиком.

На мировом рынке, по данным Lapidazy journal за 1972-73гг., цены на родонит из Австралии составляют:

Родонит розовый до красного цвета, среднезернистый, массивный с чёрным паутинным рисунком окислов марганца - 5 долларов за I фунт.

Родонит красный - 4,75 долларов за I фунт.

Родонит без указаний качества - 2-2,5 доллара за I фунт.

Голтованный родонит, светлый - 4,75 долларов за I фунт.

1.3.19. Амазонит

В ювелирном деле амазонит применяется с глубокой древности. Мелкие бусы и амулеты из амазонита изготавливались ещё в Древнем Египте. Применялись изделия из этого камня и в ранних культурах Центральной и Южной Америки (Киевленко, Сенкевич, 1976).

В России амазонит в камнерезном деле стал применяться с конца ХУШ в., когда амазонитовые пегматиты были найдены в Ильменских горах на Южном Урале.

Из амазонита изготавливаются мелкие кабошонированные вставки в ювелирные изделия (кольца, броши, запонки и др.) и небольшие предметы (вазочки, пепельницы, шкатулки), а также и более крупные декоративные изделия (вазы, торшеры). Тая, в Эрмитаже имеются четыре вазы из амазонита, изготовленные в 80-х годах ХУШ в. на Петергофской гранильной фабрике. Амазонит в тонких пластинках (2-3 мм) хорошо просвечивает, что позволяет использовать его в витражах, светильниках и других изделиях.

Амазонит хорошо режется алмазным диском. В качестве охлаждающей жидкости следует применять мыльную воду или содовую эмульсию. Нельзя использовать для охлаждения машинное масло или керосин, так как амазонит быстро пропитывается этими жидкостями и теряет декоративность - на нём появляются жирные пятна, яркий зелёный цвет тускнеет, а белый альбит приобретает грязно-серую окраску.

Амазонит хорошо полируется и шлифуется на чугунной планшайбе стандартными сыпучими абразивами и принимает зеркальную полировку зелёным крокусом на войлочном круге.

По классификации Е.Я.Киевленко (1975), амазонит относится к группе ювелирно-поделочных камней второго порядка. Технические требования на амазонит содержатся в утверждённом Министерством геологии СССР отраслевом стандарте ОСТ 41-П7-76.

На месторождениях Кольского полуострова размер блоков амазонита в пегматитовых жилах достигает 2-3 м, а длина отдельных кристаллов 1,5 м.

Дефектами амазонита являются ожелезнение в виде плёнки и пятен бурого цвета, трещиноватость, бледная окраска, включения зерен кварца и обильная альбитизация. Трещины в амазоните наблюдаются как явно выраженные, так и скрытые (микротрещины), проявляющиеся при распиловке, когда внешне вполне однородный образец при обработке раскалывается.

По данным каталогов зарубежных фирм, цена голубовато-зелёного и ярко-зелёного (без пертитовых вrostков) амазонита составляет за 1 кг высшего качества 10-20 долларов США и за 1 кг рядового амазонита - 3-5 долларов.

Амазонитовые граниты и пегматиты относятся к группе поделочных и декоративно-облицовочных камней и находят применение для изготовления как всевозможных небольших предметов (вазочек, пепельниц, шкатулок и др.), так и декоративно-облицовочных плиток. Крупные монолиты амазонитового гранита применяют для получения облицовочных плит и памятников. Отходы, полученные при обработке амазонита и амазонитового гранита, используют в качестве заполнителя декоративного бетона.

В зависимости от намечаемых областей применения для оценки качества амазонитового гранита и пегматита следует пользоваться различными техническими требованиями.

Так, оценка этих пород как поделочного камня должна производиться по отраслевому стандарту Министерства геологии СССР ОСТ 41-117-76.

Амазонитовый гранит как декоративно-облицовочный камень должен оцениваться в соответствии с требованиями отраслевого стандарта Министерства геологии СССР ОСТ 41-77-73 "Плитка декоративная из природных цветных камней" и требованиями ГОСТ 9479-69 "Блоки из природного камня для распиливания на облицовочные плиты". По ОСТ 41-77-73 качество камня, идущего для изготовления декоративно-облицовочной плитки, должно соответствовать требованиям ОСТ на поделочные камни. Минимальный размер плиток, согласно ОСТ 41-77-73, по длине (ширине) установлен в 50 мм с размером увеличения кратным 10 мм и минимальной толщиной в 5 мм.

Дефектами амазонитового гранита и пегматита являются трещиноватость, повышенная пористость, бледная окраска, ожелезнение в виде бурых и жёлтых пятен, обильная альбитизация амазонита и значительное количество темноцветных минералов, снижающих декоративность камня.

По ГОСТ 9479-69 гранит (в том числе амазонитовый) относится к группе твёрдых пород и должен обладать прочностью не ниже 900 кг/см². Другие показатели гранита ГОСТ 9479-69 не

нормирует, так как считается, что при указанной прочности гранит должен обладать достаточной морозостойкостью..

Следует отметить, что прочность свежих не выветрелых гранитов в ГОСТ 9479-69 вообще занижена и фактически такие граниты обладают значительно более высокой прочностью - от 1500 до 2500 кг/см². Кроме того, прочность гранита, даже сравнительно высокая, без определения других показателей физико-механических свойств, не гарантирует хороших строительных качеств гранита. Так, при проведении геологоразведочных работ на Майкульском месторождении амазонитовых гранитов было установлено, что граниты имеют в сухом состоянии прочность, равную 1300 кг/см², но коэффициент водонасыщения (отношение прочности водонасыщенного образца к прочности сухого) оказался равным 0,75. В связи с этим ГКЗ СССР рекомендовала применять граниты месторождения главным образом для внутренних облицовок (Баланс запасов полезных ископаемых СССР. Облицовочные камни, 1970). Как можно видеть, для оценки качества гранита определение прочности только в сухом состоянии недостаточно, необходимо определять этот показатель как после водонасыщения, так и после многократного замораживания.

Важным показателем качества является полируемость гранита, т.е. способность принимать ровную зеркальную полировку поверхности, так как на ней более ярко выявляются цвет и рисунок камня, и она предохраняет камень от воздействия атмосферных агентов. Обработка амазонитового гранита должна производиться при тех же условиях, что и амазонита. Полировку амазонитовый гранит принимает хорошо.

1.3.20. Лазурит

Ляпис-лазурь использовалась человеком ещё за несколько тысячелетий до нашей эры в древних цивилизациях Египта, Месопотамии и Ирана. Из этого камня получали яркую синюю краску, вырезали небольшие статуэтки, различные амулеты.

В России, особенно в XVIII и XIX веках, синий лазуритовый камень ценился очень высоко. Он шёл на изготовление художественных камнерезных предметов и вставок в ювелирные изделия. Большое количество Бадахшанского и Байкальского лазурита было использовано на облицовку каменных колонн в интерьере Исаакиевского собора в Петербурге, а также для облицовки панелей, каминов и других предметов при отделке лазуритовой комнаты Петергофского дворца.

Благодаря красивой окраске и способности воспринимать зеркальную полировку лазурит находит применение и в наши дни. Он используется для различных по форме вставок в кольца, запонки и различные недорогие украшения. Из него также вырезают круглые или продолговатые бусины, вазочки, изображения животных, ручки для зонтов, чернильницы, пресс-папье и другие поделки. Крошка лазуритового камня используется для изготовления мозаик, а также в производстве художественной ультрамариновой краски самого высокого качества.

Требования промышленности к качеству ювелирного лазурита в сырье регламентируется в СССР отраслевым стандартом. Для ювелирного лазурита таким стандартом служит ОСТ 41-15-71, а для поделочного - ОСТ 41-117-76. За эталоны принимается лазурит Малобыстринского и Памирского месторождений.

К ювелирным сортам откосится плотная тонкозернистая лазурито-вая порода синего, тёмно-синего, васильково-синего и фиолетового цвета различных оттенков. Среди них различаются высший, I, II и III сорта с минимальными размерами камня для высшего сорта 15х15х15 мм, а для остальных сортов 10х10х10 мм. В I, II и III сортах допускаются пятна белого, голубого и серого цвета не более 5%, 10% и 15% от площади поверхности камня соответственно. Для всех сортов ювелирного лазурита мелкая вкрапленность золотистого пирита не считается дефектом.

К поделочному лазуриту относятся бездефектные плотные образцы разномозернистого слоения размером не менее 50х50х50 мм. Не допускаются трещины, пористость, рыхлые участки - "мякотины". Не считается дефектом неравномерность окраски и мелкая вкрапленность неокисленного пирита. По характеру окраски различаются две разновидности поделочного лазурита: малобыстринская (Юго-Западное Прибайкалье) и памирская.

1.3.21. Ирризирующие полевые шпаты

Иризирующие полевые шпаты в зависимости от степени прозрачности и интенсивности иризации подразделяются на ювелирные (ограночные) и ювелирно-поделочные. К первым относятся наиболее прозрачные разновидности голубого или серебристого лунного камня с сильным блеском и прозрачные солнечные камни с яркими оранжевыми блёстками. В классификации Е.Я.Киевченко и др. (1974) лунный камень (адуляр) отнесён к ювелирным (драгоценным) камням III порядка, а лабрадор, беломорит и другие непрозрачные иризирующие полевые шпаты - к ювелирно-поделочным камням II порядка.

Наиболее прозрачные лунные камни с интенсивной иризацией используются для производства бус, подвесок, запонок. Учитывается, что наибольший эффект иризации достигается на выпукло-шарообразной поверхности и, причём, тем лучше, чем больше кривизна этой поверхности. Очень эффектны шарики, изготовленные из двух полусфер, склеенных по базальной плоскости (Bauer, 1896).

Иногда лунный камень используется для изготовления гемм. В некоторых изделиях удаётся получить игру света, напоминающую кошачий глаз (зелёно-полосчатую иризацию) или свечение в виде четырёхлучевой звезды (Shlossmacher, 1969).

Солнечный камень используется для вставок в броши, кулоны, браслеты, булавки. Из крупных кусков солнечного камня изготавливаются вазы, кубки, различные фигурки и т.п. В дешёвых ювелирных изделиях природные камни заменяются имитирующим их стеклом или другим материалом.

Технические требования к ювелирному лунному камню, равно как и солнечному, в нашей стране пока не разработаны. За рубежом минимальные размеры прозрачных участков лунного камня принимаются равными 1,8х2,5 см.

Иризирующий лабрадор используется для изготовления различных вставок в ювелирные изделия. По ОСТ 4191-94 минимальные размеры иризирующих глазков этого камня должны составлять 1,5 см³. Сравнительно редко и только в исключительно красивых кусках для производства брошей, застёжек, печаток, колец используется и поделочный лабрадорит. В главной массе, как известно, лабрадорит является ценным декоративно-облицовочным и облицовочным камнем.

Требования к поделочным беломориту и лабрадориту регламентируются ОСТ 41-117-76. В первом приближении указанные минимальные размеры бездефектных областей можно принимать и для солнечного камня.

Сведений о стоимости иризирующих полевых шпатов за рубежом очень мало. Стоимость обусловлена не только ювелирными качествами камня, но и его массой. Синканкас (Sinkankas, 1968) приводит следующие данные о ценах в сырьё на иризирующие полевые шпаты (цена в америк. долларах за 1 грамм):

Лунный камень с синим блеском массой 1-10г. Бирма	1,0-8,0
То же, но с серебристым блеском	0,75-5,0
Лунный камень (Сандин) массой 5-8 г., США (Нью-Мексико)	0,15-0,5
Солнечный камень, Индия	0,10-0,15
Солнечный камень, Норвегия	0,07
Лабрадор, Финляндия, Канада, Мадагаскар	0,02-1,5
Цены на огранённые камни следующие (в амер. Долл. За карат):	
Лунный камень голубой, массой 1-3 карат, Бирма	6,00-12,00
То же массой 4-9 карат	10,-20,0
То же массой 10 и более карат	15,0-40,0
Лунный камень (сандин) Орегон, Нью-Мексико, Техас (США)	0,85-3,0
Лабрадор, Мадагаскар	1,00-2,0

Лунные камни из Шри-Ланки с серебристым блеском стоят дешевле голубых (примерный интервал цен 3,00-10,00). С другой стороны, крупные кабошоны из серебристо-белого лунного камня имеют цены от 0,75 до 200,00 долларов.

1.3.22. Малахит

Малахит является одним из наиболее популярных ювелирно-поделочных камней. Яркая зелёная окраска, красивый рисунок в сочетании с лёгкостью обработки и способности воспринимать полировку весьма высокого качества обусловили широкое применение малахита в ювелирных

изделиях и камнерезных поделках, а также в предметах декоративного и прикладного искусства. История использования малахита восходит к древним векам. Известно, что в древнем Египте из малахита с Синайского полуострова резчики изготавливали прекрасные камни, амулеты и другие украшения.

В те же времена малахит служил не только для камнерезных изделий, но его использовали и как декоративно-облицовочный материал. А.Е.Ферсман (1962) писал о малахите: "Его роль как орнаментного и поделочного камня известна ещё с древности, когда самые дорогие строения украшались малахитом; так колонны храма Дианы в Эфесе...были облицованы этим камнем".

В России открытие поделочного малахита относится к сороковым годам XVIII столетия. В первое время он использовался для изготовления некрупных камнерезных изделий прикладного и декоративного назначения, таких, как табакерки, пуговицы, запонки, подсвечники, столешницы, вазы, броши и др. В конце XVIII и начале XIX вв. из малахита, наряду с мелкими изделиями, стали изготавливать крупные художественные изделия, слава о которых достигла мировой известности. В эти годы начато использование мелких кусочков малахита в мозаике, получившей название "русской мозаики". Наряду с поделками и ювелирными изделиями малахит в период значительного объёма его добычи применялся как высокодекоративный облицовочный материал. В результате появились малахитовые комнаты и залы (Зимний дворец, Шереметьевский и др.), а в Исаакиевском соборе малахитом были облицованы колонны.

В послереволюционный период применение малахита ограничивалось небольшими масштабами добычи и практически сводилось к использованию в ювелирных и галантерейных изделиях. В последние годы, в связи с модой на зелёные камни, интерес к ювелирным изделиям с малахитом значительно возрос.

Технические требования к качеству малахита в СССР регламентированы отраслевым стандартом ОСТ 41-117-76, утверждённым Министерством геологии СССР. Основными параметрами. Определяющими соответствие малахита ОСТу, являются декоративные свойства и масса камня. Минимальный размер камня 30 мм в поперечнике. Максимальные размеры куска камня не ограничиваются. Выход бездефектного камня должен составлять от 50 до 100%. К дефектам относятся каверны, трещины, включения азурита, магнетита, окислов марганца и соединений кобальта, а также ожелезнение.

Обломки малахита, имеющего высокие декоративно-художественные качества, но не отвечающие действующим техническим требованиям по размерам, находят применение в ювелирном и галантерейном производстве. Реализация подобного сырья должна осуществляться по разовым договорам с заинтересованными организациями.

Наряду с собственно малахитом в качестве поделочного и, отчасти, ювелирно-поделочного материала используются агрегаты малахита, азурита и других медьсодержащих минералов, а также горные породы, пропитанные и пронизанные различными соединениями меди, среди которых преобладает малахит. На месторождении Тимна (Израиль), сложенном медистыми песчаниками, отбираются штуфы, наиболее богатые медной зеленью, синью и чернью. Эти породы обладают красивым мелкоузорчатым рисунком и под названием "элатского камня" идут на изготовление вставок в кольца, броши, браслеты и прочив ювелирные и галантерейные изделия, а также на изготовление различных камнерезных поделок - подставок и др. (Петров, 1973).

Следует указать и на возможность использования некондиционного поделочного камня в качестве коллекционного материала. Для этих целей пригоден как яркий рисунчатый малахит, так и кристаллический. Весьма эффектно выглядят образцы кремнистых пород, стенки пустот и трещин которых инкрустированы кристаллами малахита или малахита и азурита.

На мировом рынке стоимость рисунчатого (полосчатого) малахита африканских месторождений составляет (Sinkankas, 1968):

1. Малахит в сырье	
Куски весом до 2-х фунтов	4-10 долл./фунт
Куски весом более 2-х фунтов	12-20 долл./фунт
2. Малахит обработанный	
Кабошоны округлые 4-25 мм.	0,8-12,0 долл./фунт
Кабошоны овальные 7*5-40*30 мм.	0,5-10,0 долл./фунт

3. Голтовочные камни	
Размером 1/2-3/4	24 долл./фунт

По неофициальным данным стоимость африканского малахита в сырье в Италии последние годы составляет от 35 до 50 долларов за I. кг.

2. Декоративно-облицовочное

Среди камнесамоцветного сырья выделяется класс декоративно-облицовочных пород и минералов. Из этого сырья распиливанием получают плитки небольшого размера, используемые для отделки внутренних и внешних частей зданий, где требуется наиболее высокая декоративность. Для изготовления декоративно-облицовочной плитки используются пёстрые, рисунчатые или одноцветные красиво окрашенные горные породы как средней твёрдости (цветные мраморы, мраморные ониксы и др.), так и твёрдые (амазонитовые граниты, яшмы и др.).

Для изготовления декоративно-облицовочной плитки могут быть использованы мелкие блоки, получаемые в качестве отходов на карьерах, добывающих крупные блоки облицовочного камня. Небольшой размер декоративно-облицовочных плиток позволяет использовать для их изготовления собственно поделочные камни, обладающие необходимой блочностью.

Среди декоративно-облицовочных камней выделяются два подкласса: 1) камни, используемые в качестве облицовочных (гранит, мрамор, яшма, лабрадорит и др.), 2) камни, используемые в качестве поделочных, но по своим физико-механическим свойствам пригодные и для отделки главным образом интерьеров зданий.

В качестве природных облицовочных материалов применяются различные монолитные горные породы - изверженные, осадочные и метаморфические. Пригодность и ценность природного камня как облицовочного определяется, в основном, тремя показателями - декоративностью, физико-механическими свойствами и размерами блоков, которые могут быть получены на месторождении. Декоративные свойства сырья определяются цветом и рисунком, зависящими от окраски минералов и основной массы породы, его текстурно-структурных особенностей. Показателем высокой декоративности являются яркий, чистый и красивый рисунок. Для некоторых видов камня (мрамор и др.) большое значение имеет просвечиваемость (Методические..., 1977; Бычков, 1994).

Оценка декоративности производится по данным института "ВНИПИИстромсырьё". Декоративность камня оценивается в два этапа. На первом этапе производится предварительная оценка признаков декоративности, а на втором она уточняется введением корректирующих коэффициентов на отрицательные признаки.

По методике лаборатории камня института ВНИПИИстромсырьё для оценки декоративности отбираются образцы прямоугольных плит размером 400x250x10-20 мм полированной или лощёной фактуры обработки. Для определения декоративности изготавливается минимально 6 образцов. Для получения глянца высшего класса образцы полируют оксидом алюминия или олова.

Одним из главных параметров, характеризующих декоративность, является цвет камня. Цвета разделяются на хроматические, отнесённые к первой категории цветности, и ахроматические, отнесённые ко второй категории.

Среди хроматических цветов выделяются основные - жёлтый, синий и красный и составные, образующиеся в результате смешения двух или трёх основных, - оранжевый, зелёный, голубой и фиолетовый и другие промежуточные.

Ахроматические цвета - чёрный, черно-серый, тёмно-серый, светло-серый, бело-серый и белый.

Цвет облицовочного камня обусловлен химическим составом горной породы и содержанием в ней примесей. Соединения кальцита и доломита дают белый цвет, углистые и другие органические соединения дают серые тона, соли марганца и окислы железа - розовые тона, хлоритовые и серпентинитовые частицы пород обуславливают зелёные цвета, окислы алюминия - голубые и синие тона, закисное железо даёт серые, чёрные и бурые тона. Некоторые минералы меняют цвет в зависимости от освещённости. Например, минерал лабрадорит при некоторых углах поворота приобретает красивую радужную синюю, серую или зелёную окраску. В некоторых разновидностях серпентинита в аналогичных условиях хорошо просматриваются золотистые включения бастита. Это свойство минералов называется иризацией.

Цвет изверженных пород определяется кварцем, полевыми шпатами и темноцветными компонентами. Кварц часто бесцветен, но может быть чёрным, лилово-розовым, голубым. Полевые шпаты имеют красную, розовую, жёлтую или серую окраску в зависимости от фазового состояния оксидов железа. Роговая обманка, эпидот придают гранитам тёмно-зелёные и чёрные оттенки.

Хроматические цвета характеризуются насыщенностью. Под насыщенностью понимается степень разбавления спектрального цвета белым. По насыщенности камни делятся на 4 категории (табл.23).

Таблица 28

Категории насыщенности цвета облицовочных камней

Категории насыщенности	Степень насыщенности	Насыщенность цвета P_H	Облицовочные камни
1	Интенсивно насыщенные	0,8-1,0	Красные мрамора и мраморизированные известняки салиэтские и шрошинские, зелёные мрамора кульдурские
2	Средне насыщенные	0,4-0,8	Красно-серый гранит каарлахтинский, фиолетово-серый мрамор агверанский
3	Слабо насыщенные	0,1-0,4	Зеленовато-серый туф бердянский, бледно-голубой мрамор слюдянский, бледно-розовый мрамор кибик-кордонский, гранит майкульский
4	Ненасыщенные	0,1	Камни ахроматических цветов с едва уловимыми «холодным» или «тёплым» тоном (мрамор прохоро-баладинский, известняк бодракский)

Ахроматические цвета характеризуются светлотой. Светлота - это степень интенсивности отражения света поверхностью камня. Она измеряется блескомером БФ-2 в процентах от светлости эталона. Шкала светлости камня приведена в табл.29, а классификация декоративности камня в зависимости от неё - в табл.30.

Таблица 29

Шкала светлоты камня

Ступени светлоты	Цвет ступеней	Светлота камня B_c , %	Облицовочные камни месторождений СССР в зеркальной фактуре полировки
1	Чёрный	3,5-5,7	Мраморизованные известняки агурский, улья-нарошенский, хорвирабский, габбро слипчицкий, ропручейский, лабрадорит голивинский, каменнобродский, горбулевский
2	Чёрно-серый	5,7-9,0	Лабрадорит турчинский, исаковский, фёдоровский, мраморизованный известняк садахлинский
3	Тёмно-серый	9,0-14,0	Граниты кудашевский, жежелевский, старо-бабановский, танский
4	Средне-серый	14,0-22,0	Гранит янцевский, коростышевский, мрамор уфалейский, козиевский
5	Светло-серый	22,0-35,0	Гранит крошнянский, мрамор лопотский, газганский
6	Бело-серый	35,0-56,0	Гранит севасайский, мрамор слюдянский
7	Белый	56,0-89,0	Мраморы коелгинский, прохоробаладинский, известняк бодракский

Таблица 30

Классификация декоративности камня ахроматического
Ряда в зависимости от светлоты

Категория	Ступени светлоты	Светлота камня B_c , %	Цвет ступеней	Примечание
I	2	3.5-5.7	Чёрный	Декоративность подчёркивает белый рисунок на чёрном фоне и чёрный на белом
	6	35-56	Бело-серый	
	7	56-89	Белый	
II	5	22-35	Светло-серый	Декоративность подчёркивает наличие рисунка
III	4	14-22	Средне-серый	---
	3	9-14	Тёмно-серый	---
	2	5,7-9,0	Чёрно-серый	---

Цветовое предпочтение характеризует степень редкости и оригинальности расцветок данного образца по сравнению с другими разновидностями природных камней. По этому признаку камни подразделяются на три категории:

I - уникальные, редко встречающиеся в природе;

II - сравнительно редко встречающиеся;

III - рядовые (табл.31).

Таблица 31

Классификация камня по цветовому предпочтению

Камни	Категория цветового предпочтения	Доминирующий цвет
Лабрадориты, габбро	I	Предельно чёрный с большим количеством иризирующих включений (свыше 10% общей поверхности)
	II	Чёрно серый, чёрный и серый с радужными включениями (до 10 % общей поверхности)
	III	Чёрный, чёрно-серый и серый без иризирующих радужных включений
Граниты и аналогичные изверженные породы	I	Нежно-голубой, зеленовато-голубой, бирюзовый, оранжево-жёлтый и красный
	II	Насыщенно красный, голубовато-серый, бело-серый
	III	Светло-серый, средне-серый, тёмно-серый, розовато-серый
Мраморы, известняки, травертины	I	Голубой, синий, зелёный, прозрачный с различными оттенками
	II	Насыщенно красный, жёлтый, чёрный
	III	Белый, серый
Туфы	I	Голубой, зелёный, голубовато-зелёный
	II	Жёлтый, рисунчатый, кирпично-красный, фиолетово-розовый, чёрный
	III	Розовый, коричневый с включениями неправильной формы

Однородность цвета характеризует степень равномерности расцветки у одноцветных камней или основного цвета у многоцветных. По этому признаку облицовочные камни разделяются на однородные и неоднородные.

Сочетание цветов характеризует степень соответствия окраски камня цветовым контрастам и цветовой гармонии. По сочетанию цветов камни подразделяются на три категории:

полихромные с благоприятным сочетанием цветов;

монохромные с гармоничным отклонением от доминирующего тона;

полихромные с неблагоприятным сочетанием цветов.

На декоративность горной породы существенно влияет внутреннее строение горных пород, которое характеризуется их структурой и текстурой.

Структура - это совокупность признаков строения породы, обусловленных размерами, формой и взаимоотношениями её составных частей.

Текстура породы определяет распределение её составных частей в пространстве. Текстура камня характеризуется степенью развития рисунка. Классификация камня по декоративности рисунка приведена в табл. 32.

Таблица 32

Классификация камня по декоративности рисунка

Камни	Категория рисунка	Характеристика породы
Граниты и аналогичные изверженные породы	I	Слоистый облачный с гармонично расположенными прожилками, позволяющими создавать в облицовке общий рисунок на смежных плитах
	II	Без рисунка
	III	С рисунком в виде секущих прожилок, лишённых гармонического сочетания с фоном
Мраморы, известняки, доломиты, туфы, песчаники, кварциты, травертины	I	Пейзажный, древовидный, брекчиевидный, составленный из нескольких цветов
	II	Полосатый с прожилками, трещинами типа черепных швов, заполненных цементирующим веществом; сильно пористые разновидности известняков с закономерно расположенными порами
	III	Неправильный в виде включений, контрастирующий с общим фоном

Структура горной породы дополняет рисунок поверхности камня, повышая его декоративность. По этому признаку горные породы делятся на две категории (табл.33);

1-е декоративными структурами;

II - с недекоративными структурами.

Декоративность плиты в значительной степени зависит от степени полируемости горной породы. По полируемости горные породы делятся на 4 категории. Полируемость пород определяется блескомером НИИКС-М. За эталон полируемости принят мрамор Коелгинского месторождения, имеющий наибольший предельный блеск и легко воспринимающий полировку. Классификация горных пород по полируемости приведена в табл.34.

Таблица 33

Классификация камня по категориям структур

Камни	Категория структуры	Характеристика структуры
Граниты цветные и бело-серые, лабрадориты чёрные и серые, габбро-нориты, анортозиты	I	Крупно- и гигантозернистые
	II	Средне- и мелкозернистые
Кварциты, граниты серые, сиениты, диориты, гранодиориты, песчаники, мраморы, известняки и т.п.	I	Средне- и крупнозернистые
	II	Мелкозернистые

Таблица 34

Классификация пород по полируемости

Степень полируемости	Степень полируемости (предельный блеск в единицах шкалы блескомера НИИКС-М)	Порода
I	170	Мрамор: коелгинский, молитский, газганский, маймехский, ороктойский, гранит токовский, лабрадорит головинский и турчинский, габбро ропручейское
II	140-170	Гранит: каарлахтинский, янцевский, корнинский, жежелевский, кудашевский, емельяновский, коростышевский, каменногорский, габбро слипчицкое, мраморизованный известняк хорвирапский
III	70-140	Травертин шахтантихтинский, конгломерат куйбышевский, гранит памбакский, сланец низогерский
IV	70	Базальт рапаркарский, доломиты мустиявские, доломитизированный известняк берёзовский

Сводный перечень признаков с указанием количества баллов для предварительной оценки декоративности камня приведён в табл.35.

Предварительная оценка декоративности камня

Основной параметр декоративности	Положительные признаки декоративности	Категория признака	Характеристика признака	Оценка в баллах	Примечание
Цвет	Цветность Насыщенность	I	Хроматические	5	Данный признак используется только для хроматического ряда расцветок в соответствии с табл. 28
		II	Ахроматический	2	
		I	Интенсивно насыщенный ($P_H = 0,8-1,0$)	6	
		II	Средне насыщенный (0,4-0,8)	4	
		III	Слабо насыщенный (0,1-0,4)	3	
		IV	Ненасыщенный	1	
	Светлота	I	Чёрные, бело-серые, белые	4	Данный признак используется только для ахроматических цветов в соответствии с табл. 29 и 30
		II	Светло-серые, средне-серые	2	
		III	Тёмно-серые, чёрно серые	1	
	Цветовое предпочтение	I	Уникальные, исключительно редко встречающиеся в природе	6	Следует пользоваться табл. 31
		II	Сравнительно редко встречающиеся	4	
		III	Рядовые	2	
	Однородность	I	Однородный тон	2 (4)	В скобках дана оценка для структурных разновидностей камня
		II	Неоднородный тон	4 (2)	
	Сочетание цветов	I	Полихромные с благоприятным сочетанием цветов в пределах нюансных гармоний; при наличии рисунка допускается цветовой контраст	5	Данный признак используется для хроматических цветов
		II	Монохромные с гармоническими отклонениями от доминирующего тона	3	
		III	Полихромные с неблагоприятным сочетанием цветов, не создающих общего рисунка	1	
Граниты и аналогичные изверженные породы					
Текстура	Рисунок	I	Слоистый, облачный с гармонично расположенными прожилками позволяющими создать в облицовке общий рисунок на смежных плитах	6	Следует пользоваться таблицей 32
		II	Без рисунка	3	
		III	С рисунком в виде секущих прожилок, лишённых гармонического сочетания с фоном	2	
Мраморы, мраморизованные известняки					
Текстура		I	Пейзажный, древовидный, брекчиевидный, составленный из нескольких цветов	6	
		II	Полосчатый с прожилками и трещинами типа черепных швов, заполненных цементирующим веществом, сильно пористые разновидности известняков с закономерно расположенными порами	2	
Структура		I	Крупно- и гигантозернистые цветные граниты, лабрадориты,	4	См. табл. 33

			габбро-нориты, анортозиты, мелкозернистые серые граниты, сиениты, диориты, гранодиориты, кварциты, песчаники, мраморы, мрамор, известняки		
		II	Средне- и мелкозернистые цветные граниты, лабрадориты и габбро, средне- и крупнозернистые серые граниты, сиениты, диориты, гранодиориты, кварциты, песчаники, мраморы, и известняки	3	
	Полируемость	I	170 единиц шкалы блескомера		См. Табл. 34
		II	130-160		
		III	70-130		
		IV	70		

Таблица 36

Корректирующие коэффициенты отрицательных признаков

Параметры декоративности	Вид природного камня	Отрицательные признаки	Корректирующий коэффициент
Цвет	Граниты красные	Жёлтые оттенки, бурые и тёмные пятна, подтёки. Локальные скопления тёмноцветных минералов	0,8-0,9 0,9
	Граниты серые	Жёлтые и бурые оттенки, неравномерность расцветки	0,7-0,9
	Лабладориты	Бурые пятна и подтёки желтоватые, осветлённые участки, малая иризация, отсутствие иризации	0,7
	Габбро	Серые оттенки, неравномерность расцветки	0,7-0,8
	Мрамор белый	Неравномерность расцветки, холодный тон, наличие прожилок	0,7-0,8
	Мрамор белый облицовочный	Неравномерность расцветки	0,8-0,9
	Мрамор серый	Жёлтые и бурые оттенки, прямолинейный характер рисунка	0,6-0,7
	Мрамор чёрный	Желтоватые и белесоватые участки	0,7-0,8
	Мрамор цветной	Слабая насыщенность основного тона	0,8-0,9
	Известняки, доломиты	Неравномерность окраски, наличие пор, располагаемых незакономерно, наличие включений, серые и бурые оттенки	0,7-0,8
Текстура	Граниты	Рисунок в виде резких крупных пятен, хорошо заметных с большого расстояния (8-10 м), рисунок в виде резких прямолинейных полос	0,8-0,9
	Лабладориты	Неравномерно-зернистая структура, мелкозернистая структура	0,9
	Габбро	Неравномерная структура	0,9
	Мрамор белый	Рисунок в виде мелких пятен, крупнозернистая структура	0,8
	Мрамор цветной, серый, чёрный	Мелкомасштабный рисунок, крупнозернистая структура	0,8-0,9
	Известняки, доломиты	Рисунок в виде мелких и крупных пятен, крупнозернистая структура	0,7-0,8
Фактура	Граниты, лабрадориты, габбро	«Шагреновая» поверхность после полировки, невысокая полируемость	0,8-0,9
	Мраморы	Наличие неполирующихся участков	0,8

На основе оценки в баллах определяется класс декоративности горной породы (табл. 37)

Классы декоративности горных пород

Класс декоративности	I	II	III	IV
Характеристика декоративности	Высоко-декоративные	Декоративные	Мало-декоративные	недекоративные
Оценка по баллам	32	23-32	15-23	15

Сочетание таких ценных качеств, как декоративность, разнообразие цвета и рисунка, наряду с прочностью и способностью противостоять воздействию выветривания, обуславливают возможности широкого применения облицовочных камней в различных областях архитектуры, строительства, а также в скульптуре,

На декоративно-облицовочную плитку, изготавливаемую из природного камнесамоцветного сырья, Министерством геологии СССР разработан и утверждён ОСТ 41-77-73, в котором цветные камни, идущие на изготовление плитки, в зависимости от декоративности и твёрдости подразделяются на четыре группы (табл.38).

Таблица 38

Виды декоративно-облицовочных камней (по ОСТ 41-77-73)

Группы	Наименование камнесамоцветного сырья
I	Родонит, яшма, роговик, дерево окаменелое
II	Гранит амазонитовый, порфирит, кварцит, брекчия, лабрадорит, хибинит эвдиалитовый
III	Офиокальцит, лиственит, талькохлорит, змеевик, агальмотолит
IV	Доломит цветной, мрамор цветной

Следует отметить, что указанный перечень не охватывает всех видов природного камня, которые могут найти применение для изготовления декоративно-облицовочных плиток, и при проведении геологоразведочных работ необходимо обращать внимание и на другие горные породы, обладающие декоративностью.

В ОСТ 41-77-73 содержатся указания, что качество плиток должно соответствовать требованиям отраслевых стандартов, разработанных Министерством геологии СССР на камни-самоцветы поделочные в сырье (ОСТ 41-П7-76). В этом ОСТе приводятся такие качественные показатели камней, которые достаточны для оценки их как поделочных - твёрдость, плотность, блеск, структура, декоративность и дефекты.

ОСТ 41-77-73 устанавливает минимальный размер плиток по длине (ширине) в 50 мм с размером увеличения, кратным 10 мм, а по толщине - 5 мм, с размером увеличения, кратным 5 мм. Максимальные размеры плитки по длине (ширине) не ограничиваются и определяются естественной блочностью и технологическими особенностями распиловки по каждому виду камня. В настоящее время минимальная толщина облицовочных плит установлена равной 5-8 мм.

Согласно ОСТ 41-77-73, декоративно-облицовочную плитку поставляют окантованной, с любой многоугольной формой контура куска камня. Плитки, в зависимости от фактуры лицевой поверхности, изготавливают следующих видов: полированные, шлифованные и пиленные.

Поскольку декоративно-облицовочные плитки по областям применения не отличаются от обычных облицовочных плит, горные породы, из которых они изготавливаются, должны отвечать требованиям не только ОСТ 41-77-73 и ОСТ 41-П7-76, но в части физико-механических свойств и требованиям ГОСТ 9479-84 ("Блоки из природного камня для распиливания на облицовочные изделия"). Определение физико-механических свойств камней производится по следующим стандартам: - предел прочности при сжатии - по ГОСТ 8462-62, водопоглощение и морозостойкость - по ГОСТ 7025-67, истирание - по ГОСТ 13087-67.

В случае, если камнесамоцветное сырьё выявленного проявления не годится для получения облицовочной плитки ввиду мелкой блочности, но обладает высокой декоративностью, необходимо оценить его пригодность как ювелирно-поделочного камня или коллекционного сырья, так как блочность в этом случае не имеет решающего значения.

3. КОЛЛЕКЦИОННЫЕ МИНЕРАЛЫ

Коллекционный материал представляет собой образцы минералов, горных пород и руд, а также окаменелые остатки фауны и флоры, представляющие научный или эстетический интерес. К нему относятся отдельные кристаллы минералов или их сростки, друзы минералов и минералов в горных породах, обладающие декоративными свойствами. Их качество определяется совершенством кристаллографических форм, степенью сохранности кристаллов, окраской, прозрачностью, красотой и оригинальностью сочетания минералов в кристаллических агрегатах.

За единицу измерения коллекционного материала приняты:

отдельных кристаллов и шtuфов - миллиметры;

кристаллических агрегатов - квадратные дециметры (площадь основания).

3.1. Методика изучения и оценка качества коллекционного материала

Изучение пробы коллекционного камня начинается с паспорта, в котором даётся краткая характеристика месторождения или проявления, а также информация о минеральном составе, исходном весе, месте и способе отбора пробы. Эти данные позволяют предварительно оценить степень редкости нахождения данного минерального вида, условия его локализации и возможную практическую значимость.

Каждая проба проходит стадию лабораторного обогащения для придания ей товарного вида. Лабораторное обогащение заключается в очистке материала от пыли, грязи, удалении хрупких налётов и корочек, излишков вмещающих пород, ухудшающих декоративный облик материала. После этого пробы взвешиваются и группируются по минеральным видам.

Основная стадия изучения пробы - качественная оценка материала и определение его сортности на основании действующего отраслевого стандарта ОСТ 41 143-79 "Минералы и горные породы для коллекций". Основными критериями качественной оценки проб являются декоративность материала, размеры и степень дефектности.

Декоративность оценивается исходя из интенсивности и распределения окраски минералов, прозрачности, совершенства и степени сохранности кристаллографических форм.

Обычно различают образцы с интенсивной окраской, окраской средней и слабой интенсивности. По распределению окраска может быть равномерной, зональной, пятнистой или струйчатой. Наиболее декоративными считаются минералы с яркими интенсивными окрасками, просвечивающими на рёбрах. Декоративность усиливается при наличии различных оптических эффектов (побежалость, опалесценция и др.). Если образцы имеют полиминеральный состав, то следует учитывать не только окраску отдельных минералов, но и сочетание цветов, преобладающих в минеральном агрегате.

Важным показателем декоративности коллекционного материала является форма выделения минералов (отдельные кристаллы, друзы, "щётки", конкреции, жеоды, лучистые, звёздчатые агрегаты и т.д.) и степень их сохранности.

Помимо механических дефектов следует учитывать и природные дефекты коллекционного материала, снижающие его декоративность. К этим дефектам относятся неопределённых тонов окраска минералов, помутнение, нечётко выраженное кристаллографическое огранение, трещиноватость, "рубашки", присыпки к т.д. Допустимое количество природных и механических дефектов определяется в процентах по отношению к площади или объёму образца и не должно превышать 40-50%.

К коллекционным камням относятся и так называемые "окаменелости" - минерализованные остатки животных и растений. Основным требованием к этому виду коллекционного материала является высокая степень их сохранности, которая позволила бы ясно видеть естественные формы ископаемого и детали его поверхности.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

к разделу "Требования промышленности к камнесамоцветному сырью"

Как разделяется камнесамоцветное сырьё по его использованию в производстве?

Почему удобнее пользоваться предложенной классификацией?

Что придаёт благородную красную и синюю окраску корунду?

Какие ювелирные разновидности берилла вы знаете?

Чем обусловлена полихромная окраска турмалинов?

Какие разновидности ювелирных гранатов вы знаете?

Назовите основные разновидности камнесамоцветного сырья, используемые в качестве ювелирно-поделочных.

Какое камнесамоцветное сырьё добывается на Урале?

В чём отличие бирюзового и Плисового малахита?

Что необходимо учитывать при отборе камней для огранки или в качестве ювелирно-поделочного сырья?

Что относится к дефектам при обработке изумрудов?

Как используется турмалин в ювелирном деле?

Назовите области использования группы гранатов.

Области применения горного хрусталя?

Назовите ювелирно-поделочное сырьё, где основой являются минералы группы кремнезёма.

Какие разновидности бирюзы наиболее ценятся на мировом рынке?

Какие области применения гематита (кровавика) вы знаете?

Какие породы применяются при отделке метрополитена?

Какие характеристики используются для оценки декоративности камня?

Какой материал можно называть коллекционным?

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- Аганонова Т.Н. Ирризирующие лабрадоры и другие цветные камни Правобережной Украины: Автореф. да с. ... д-ра геол.-мин. наук. - Киев, 1969.
- Бароанов Г.П., Яковлева М.Е. Цвета минералов: Тр. Минер. музея им. А.Е. Ферсмана. - М., 1963, вып.М.
- Барсанов Т.П., Яковлева М.Е. Эльбаитг и некоторые разновидности турмалина//Тр.минер. музея АН СССР. - М., 1966, вып. 17.
- Белов И.В. К вопросу о порядке выделения минералов в плагонитовых базальтах//Мат-лы по геологии Восточной Сибири. Сер.геол., 1958, вып.8.
- Бетехтин А.Г. Курс минералогии. - М.: Госгеолтехиздат, 1956.
- Беус А.А. Геохимия бериллия и генетические типы бериллиевых месторождений//Изв. АН СССР. Сер.геол., 1960.
- Беус А.А., Диков Ю.П. Геохимия бериллия в процессах эндогенного минералообразования. - М.:Недра, 1967.
- Бобриевич А.П., Бондаренко М.Н., Гневушев М.А. и др. Алмазные месторождения Якутии. - М., 1959.
- Власов К.А., Кутукова Е.И. Изумрудные копи. - М.: Изд-во АН СССР, 1960.
- Гинзбург А.И. Минерало-геохимическая характеристика литиевых пегматитов: Гр.Минер. музея АН СССР. - М., 1955, вып.7.
- Гинзбург А.И. Геохимические особенности пегматитового процесс а//Минералогия и генезис пегматитов. - М.:Изд-во АН СССР, 1960.
- Гольдбург Т.Л. Ювелирный хризолит из интрузии Кугда//Зап. Всес. минер, о-ва. - 1969. - 4.98, вып. 4 Сер.4.
- Грум-Гржимайло С.В. Об окраске турмалинов и их исследовании в ультрафиолетовом поляризованном свете: Тр. Ин-та кристаллографии - М., 1956, вып. 12.
- Гузовский Л.А. Поделочные хризопразы Среднего Урала//Неметаллические полезные ископаемые гипербазитов. - М.:Наука, 1973.
- Дир У. А., Хауи Р.А., Зусман Дж. Пороодообразующие минералы. Т. 5. - М.:Мир, 1966.
- Дэна Дж., Дэна З., Фрондель К. Система минералогии. Минералы кремнезема. Т.3. - IСiМКр/ 1966.
- Жариков в.л. Геология и метасоматические явления скарново-полиметаллических месторождений Западного Карамазара//Тр. ИГЕМ, 1959, вып. 14.
- Карякин А.Е. Агат// Курс месторождений неметаллических полезных ископаемых. - М.:Недра, 1960.
- Киевленко Е.Я., Сенкевич Н.Н., Гаврилов А.П. Геология месторождений драгоценных камней. - М.: Недра, 1974.
- Киевленко Е.Я., Сенкевич Н.Н. Геология месторождений поделочных камней. - М.:Недра, 1976.
- Колесник Ю.Н. Нефриты Сибири. - Новосибирск: АН СССР, СО, Наука, 1966. - 149 с.
- Кораго А. А., Мельников Е.П., Страшненко Г.И., Астапов А.С. Проявления кварца с минеральными включениями//Геология, методы поисков, разведки и оценки месторождений ювелирных, поделочных и декоративно-облицовочных камней:Тез.докл.семинара. - М.: ВШПО, 1975.
- Кралова М. Пиропы из гранат-пироксеновых перидотитов Чешского Среднегорья. - М.: Изд. АН СССР, сер.геол. - 1965. -* 10.
- Лисицына Е.Е., Дунин-Барковский Р.Л. Облагораживание природного камне самоцветного сырья//Геология, методы поисков, разведки и оценки месторождений ювелирных, поделочных и декоративно-облицовочных камней: Тез.докл.семинара. - М.:ВШПО,1975.
- Мартынова М.В. Драгоценный камень в русском ювелирном искусстве XII-XVIII веков. - М.:Искусство, 1973.
- Массон М.Е. Из истории горной промышленности Таджикистана. Былая разработка полезных ископаемых. - М.: Изд-во АН СССР, 1934.
- Менчинская Т.И. Месторождения бирюзы Средней Азии. Методика их поисков и раз.ведки//Разведка и охрана недр.-1971.-дб.
- Менчинская Т.И. Новые данные о генезисе бирюзы Средней Азии//Оов. геологи я. - 1973. - №8.

- Меренков Б.Я. Драгоценные, техничеа ле и поделочные камни. - М.:ОНТИ НКТП СССР, 1936.
- Никольская Л.В., Самсонов Я.П. и др. О природе окраски и структурных особенностях хризопраза//Зап.Всес.минер.о-ва.-1975. - Вып.1.
- Паллас П.С. Путешествие по разным местам Российского государства. - СПб, 1786, ч.2,кн. I.
- Петров В. П. Драгоценный и поделочный камень как полезное ископаемое. - М.:Наука, 1973.
- Петровская А.Д. Минералогические и генетические особенности яшм//Сов. геология. - 1969. - №7,
- Пол вые шпаты: Сб.статей. - М.:ИЛ, 1952.
- Платонов А.Н., Таращан А.Н., Зил-зада А.К., Беличвнко В.П., Поваренных А.К. Об окраске бадахшанских лазуритов//Докл.АН УССР.-1971.-010. Сер. Б. ' .
- Рамдор П. Рудные минералы и их срastания. - М.:ИЛ, 1962.
- Редтонов Г.Г. О типах пегматитов и некоторых особенностей пегматитообразования//Минералогия и генезис пегматитов. -М.: Недра, 1965.
- Рундквист Д.В., Денисенко В.К., Павлова И.Г. Грейзеновые месторождения. - М.:Недра, 1971.
- Самойлович М.И., Пинобер Л.И., Крейскоп В.Н. Особенности дымчатой окраски природных кристаллов кварца - морионов//Крис-таллография. - 1970. - Т. 15, вып.3.
- Самойлович М.И., Пинобер Л.И., Дунин-Барковский Р.Л. и лр. О третьем типе окраски природного кварца//Зап.Всес.минер. о-ва.-1976. , 4,105, вып. 2.
- Сикора Л. Пироповые месторождения Среди е-Чешской возвышенно-сти//Сб.тр.практич.геол. - Прага: Природоведческое изд-во, 1952.
- Сливко М.М. О полихромных турмалинах//Минер.сб.Львовского геол.о-ва. - 1952. - дб.
- Сливко М.М. Исследования турмалинов некоторых месторождений СССР. - Львов: Изд-во Львов, ун-та, 1955.
- Сливко М.М. Химический состав и изоморфные замещения в турма-:1не//Минер.сб.Львовского геол.о-ва. - 1962. - №16.
- Сорокин Ю.П., Перевозчиков Б.В. Рубины из слюдитов гиперба-зитового пассива Рай-Из//Зап.Всес.минер. о-ва. - 1973. - №6,4.102.
- Ульянов Д.Г., Грицаенко Г.С., Крутов Г.А. и др. Месторождения силикатно-никелевых руд Орско-Халиловского района//Тр.ВИМС.-1937.-Вып.118.
- Ферсман А.Е. Рассказы о самоцветах. - Л.:Лениздат, 1954.
- Ферсман А.Е. Очерки по истории камня. - М.,1960.
- Ферсман А.Е. Драгоценные и цветные камни. - М.:Изд-во АН ОХР, 1962 (Избр.тр.,т.VII).
- Фоминых А.ф, Последовательность формирования и некоторые вопросы генезиса цветных яшм Гайского района. - М.:Тр.Центр, науч.-исслед.горно-разведоч.ин-та, вып.67, 1967.
- Франк-Каменецкий В.А. Природа структурных примесей в минералах. - Л.: Иф-во ЛГУ, 1964.
- Францессон Е.В. Петрология кимберлитов. - Л.:Недра, 1968.
- Хворова И.В. Кремненакопление в геосинклинальных областях прошлого//Осадкообразование и полезные ископаемые вулканических областей прошлого. - М.: Тр.ГИН АН СССР, вып.1, 1968.
- Хворова И.В., Гаврилов А.А. Яшмово-терригенный комплекс ордовика Ишимской луки и условия образования кремнистых осадков// Литология и полезные ископаемые: Тр.ГИН АН СССР. - 1969. - JP4.
- Хворова И.В., Ильинская М.Н. Сравнительная характеристика двух вулканогенно-осадочных формаций Южного Урала: Тр.ГИН АН СССР. М., 1963, вып.81.
- Хэтч Ф., Уэллс А., Уэллс М. Петрология магматических пород. М.:Мир, 1975.
- Цииобер.Л.И., Ченцова Л.Г. Синтетический кварц с аметистовой окраской//Кристаллография. - 1959. - JM.
- Як гаи н Н.С., Ермолаев А.Н., Тулубьев К.Л., Певченко И.Ф. Ювелирный хризолит в Восточно-Саянском гипербазитовом поясе// Геология и геофизика. - 1973. - №12.
- Якшин И.С., Замалетдинов Р.С. Состав и структуры нефритов Восточного Саяна//Вопросы геологии Сибири. - Томск, 1971.
- Anderson O. On aventurine feidaspare. Amer. journ. of science, 1915, v.40, 4 series.
- Andersen O. Aventurine labradorite from Californai, Amer. Mineral, 1915, v.2, N 91.

- Bank H. Smaragdorkommen in sorhodesian. - Zeit.der Dent, Qes fur Edelst., 1964, N 48.
- Batchelor H.H. Queensland opal.- Mineralogist, 1954, v.22, N9.
- Black B.W. The opal, - Rocks and Minerals, 1933, v.8, N1.
- Brooks J.H. Marlborough Creek Chrysoprase Deposits Rock-hampton District, Central Queensland. Queenal. Gov. Mining journal, 1964, 65, 749.
- Darragh P.J., Gaakin A. J., Terrell B.C., Sanders J.V. Origin of precious opal.Nature, 1966, v.209, N 5018.
- Dietrich J.E. Possibilities d'utilisation de certaines pierres semiprecieuses et ornementales au Marco.- Mines et geol.1962, v.5, N 18.
- Divljan 5. The results of field and laboratory studies of aventurine plagioclases from some norwegian pegmatites - Rept. 21st intern. Gool.congr. Norden, 1960, Part 17.
- Drzymala J., Serkies J. On the Lechosos Opals and Chryso-prases in the Weathering Zone of Serpentinltes from Szklary (Lower Silesia) Bulletin de L'Akademie Polonaise Des Sciences. Seria. Idria District, San Benito County, California. Journal of Petro-logy. 1961, part.2, vol.2.
- Faust G.t. The hydros nickel-magnesium silicates-the garni-erita group- The American Mineralogist, 1966, vol.51, N 3-4.
- Pernguist C.O., Dake H.C, Opal from the Columbia Plateau Basalt Flows of Washington, Idaho, Oregon.-Rocks and Minerals, 1953, v.8, N 1.
- Gubelin E.J- Emerald from Habachtal. I. - The journal of Gemmology, 1956, v.5, N 7.
- Gubelin E. Maw-sit-sit-A new Decorative Gemstone from Burma. - The Journal of Gemmology,1965, vol.IX, N 10.
- Heinz H. Chemia der Erde.1950, Bd.4. minerals and rocks. 1960.
- and X-ray Analyses of Opal.- Nature,1963, v.198, N4886.
- Johnson P.W. The Chivor emerald mine, - The journalof Gemmology, 1961, v.8, N 4.
- Lacroix M.A. La jadelte de Birmanie: les roches qu'elle constitue ou qui l'accompagnent. Composition et origina. Bulletin de la societe franicaise de Mineralogie, 930, vol.LIII, N1-6,
- Martin G.M. Historical Himalaja Tourmaline resumes production, Gems and gemology,1958, vol.9, N 6.
- Mitchell R., Tufts 5. Wood opal- tridimite like minerals. American mineralogist, 1973, v.58, N 78.
- Moneta B. Gemmologia. Milan, 1965.
- Nassau K., Jackson K.A. Trapiche emeralds from Chivor and Muzo, Colombia. The American Mineralogist, 1970, v,55, N3-4. 1949, June.
- Roy B.C.Emerald deposits in Mewar and Ajmaz-Merwara. records of the Geological Survey of India, 1955,v.86, N 2.
- Schlossmacher K.Edelsteine und Perlen, gart, 1969.
- Schwahn-procopowicz.Edelsteinkunde.1955.VEB Karl Marhold Verlag Halle(Saale). v.8, N 1.
- Shephei . G.F. The story of opal. - Rocks and Minerals, 1971. v. 46, N 6.
- Sinkankas J. Standart Catalog of Gems. New York, 1968.
- Urban Jan. Die Edelsteine in der St. Wenzels Kapalle zu Prag. Aufschluss. 1971, vol. 22, N 1.
- Webster W. Gems: Their sources, descriptions and identification, 1962, vol. 1.
- Wolfe C.W. Crystallography of jadeite crystals from near Cloverdale, California. - American Mineralogist, 1955, vol. 40, N 3-4.

МИНОБРНАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО
УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

**ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ
ИЗ ПЛАСТИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ



Екатеринбург, 2018

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Раздел 1. Основы скульптуры и пластического моделирования формы	3
Раздел 2. Методические указания по выполнению академической скульптуры и пластическом моделировании	4
2.1. Инструменты и материалы	6
Раздел 3. Лепка геометрических фигур	7
3.1. Практическая работа № 1 Лепка пяти геометрических тел, имеющих разный характер формы (куб, шар, цилиндр, конус, яйцо)	7
3.2. Практическая работа № 2 Выполнение трех моделей фруктов и овощей в размере	9
3.3. Практическая работа № 3 Орнамент из природных форм (цветы, листья ветки) на передачу образа (рельеф)	10
Раздел 4. Методика создания рельефов	12
4.1. Практическая работа № 4 Рельеф с гипсового слепка (розетка)	12
4.2. Практическая работа № 5 Детально проработать модель несложного рельефного изображения тематической маски	13
4.3. Практическая работа № 6 Создание эскизов будущей медали из скульптурного пластилина	14
4.4. Практическая работа № 7 Эскиз этюда несложного рельефного изображения фигуры животного, птицы с передачей характерных особенностей пластики	15
4.5. Практическая работа № 8 Эскиз-идея будущей скульптуры в статике женской фигуры (рельеф/объем)	16
4.6. Практическая работа № 9 Законы лепки круглой скульптуры	17
Самостоятельная работа	18
Глоссарий	20
Раздел 4. Методические средства по обеспечению учебного процесса	21

Введение

Основной целью данных методических рекомендаций является проверка усвоенного материала студентами по направлению подготовки 29.03.04 Технология художественной обработки материалов профиль подготовки Технология художественной обработки материалов.

Задачами являются:

1. Совершенствование методологической подготовки студентов.
2. Овладение навыками основного закономерностного построения и моделирования формы в скульптуре, закона изобразительной грамоты (линейную и воздушную перспективу), специфику монументально-декоративного решения скульптурной формы, понятие сомасштабности конструктивных и пластических особенностей её организации.
3. Формирование основных знаний и навыков, необходимых для выполнения должностных обязанностей, установленных ФГОС ВО с учетом квалификационных требований (профессиональных стандартов).

Раздел 1. Основы скульптуры и пластического моделирования формы.

Скульптура (лат. *sculptura*, от *sculpo* – высекаю, вырезаю) – ваяние, пластика (греч. *plastike*, от *plasso* – леплю), вид искусства, основанный на принципе объёмного, физически трёхмерного изображения предмета. Как правило, объект изображения в скульптуре – человек, реже – животные (анималистический жанр), ещё реже – природа (пейзаж) и вещи (натюрморт).

Различают две основные разновидности скульптуры: круглую скульптуру, которая свободно размещается в пространстве, и рельеф, где изображение располагается на плоскости, образующей его фон. Объёмная скульптурная форма строится в реальном пространстве по законам гармонии, ритма, равновесия, взаимодействия с окружающей архитектурной или природной средой и на основе отмеченных в натуре анатомических (структурных) особенностей той или иной модели.

Постановка фигуры в пространстве, передача её движения, позы, жеста, светотеневая моделировка, усиливающая рельефность формы, архитектурная организация объёма, зрительный эффект его массы, весовых отношений, выбор пропорций, специфический в каждом случае характер силуэта являются главными выразительными средствами объёмной скульптуры.

Формы рельефа варьируются в зависимости от его назначения и положения на архитектурной плоскости. По высоте и глубине изображения рельефы подразделяются на низкие (барельеф), и высокие (горельеф), углублённые и контррельефы.

По содержанию и функциям скульптура подразделяется на монументально-декоративную, станковую и скульптуру малых форм. Хотя эти разновидности скульптуры развиваются в тесном взаимодействии, у каждой из них есть свои особенности. Монументально-декоративная скульптура рассчитана на конкретное архитектурно-пространственное или природное окружение. Она носит ярко выраженный общественный характер, адресуется к массам зрителей, размещается прежде всего в общественных местах – на улицах и площадях города, в парках, на фасадах и в интерьерах общественных сооружений. Монументально-декоративная скульптура призвана конкретизировать архитектурный образ, дополнять выразительность архитектурных форм новыми оттенками.

Способность монументально-декоративной скульптуры решать большие идейно-образные задачи с особой полнотой раскрывается в произведениях, которые называют монументальными и к которым обычно относят городские памятники, монументы, мемориальные сооружения. Величавость форм и долговечность материала соединяются в них с приподнятостью образного строя, широтой обобщения.

Станковая скульптура, прямо не связанная с архитектурой, носит более интимный характер. Залы выставок, музеев, жилые интерьеры, где её можно рассматривать вблизи и во всех деталях, являются обычной её средой. Тем самым определяются особенности пластического языка скульптуры, её размеры, излюбленные жанры (портрет, бытовой жанр, анималистический жанр). Станковой скульптурой в большей мере, чем монументально-декоративной, присущи интерес к внутреннему миру человека, тонкий психологизм, повествовательность.

Скульптурой малых форм называют широкий круг произведений, предназначенных преимущественно для жилого интерьера, и во многом смыкается с декоративно-прикладным искусством. К скульптуре малых форм принадлежат также монеты, медали и геммы. По своему содержанию работа над скульптурным произведением бывает предметная, сюжетная, декоративная, комплексная.

Основными способами создания скульптуры являются: – конструктивный; – скульптурный; – комбинированный. При конструктивном способе образ создаётся из отдельных частей, как из деталей конструктора (отсюда и название).

С развитием воображения, умения владеть руками, способности планировать свою работу этот способ совершенствуется: увеличивается количество деталей, усложняется их взаимное расположение, более тщательной и выразительной становится доработка.

Скульптурный способ ещё называют пластическим или лепкой из целого куска. Процесс работы идёт от общего к частному: в зависимости от образа из куска пластичного материала моделируется нужная форма. Сначала лепится характерная форма – основа, которая дополняется более мелкими деталями (детали вытягиваются, прищипываются).

Комбинированный способ объединяет два способа – конструктивный и скульптурный. Он позволяет сочетать особенности лепки из целого куска и из отдельных частей. Как правило, самые крупные детали выполняются скульптурным образом, а мелкие создаются отдельно и присоединяются к скульптурной форме.

Процесс изучения скульптуры должен развиваться в следующих направлениях:

- организация зрительного восприятия предмета, умение выявить конструктивную сущность этого предмета и передать в рисунке соответственно организованное восприятие предмета;
- изучение методов изображения и применения их к потребностям скульптуры;
- приобретение соответствующих навыков и техники исполнения изделия.

Раздел 2. Методические указания по выполнению скульптуры и пластическом моделировании.

Особенности скульптурного образа. Сущность объема. Трехмерность пластического образа, его выразительность. Пространственность скульптурного образа, его изобразительность и выразительность. Мотивы скульптуры. Связь скульптуры с другими видами изобразительного искусства.

Для лепки скульптуры необходима комната с верхним светом. Источник света (лампа) должен находиться над спиной и над головой. Для лепки небольших скульптур используется станок с поворотным кругом-бюстовый станок. Для рельефных композиций применяется деревянная доска. Стеки - обязательная принадлежность в работе. Они подбираются разной конфигурации, как правило, из дерева, металла.

Самым распространенным и незаменимым материалом является глина (скульптурный пластилин).

Глина (скульптурный пластилин) - мягкий материал, хорошо принимающий форму. Ее можно наносить и снимать на любой стадии моделирования.

Любое построение необходимо начинать с анализа натуры. Уясняется линейно-конструктивная основа объемных форм, соотношение пропорций частей предмета к целому и отдельных предметов в связи с другими. Уяснить конструктивную форму фигур, их пропорциональные соотношения - значит зрительно видеть их в крепкой, устойчивой композиции. Круглая скульптура имеет свои особенности. В круглой скульптуре автор стремится к законченности, отбору и сохранению лишь тех необходимых деталей, без которых смысл произведения был бы неясен. Круглую скульптуру необходимо начинать от общего к частному. Возможны разные способы работы: композиция из целого объема - пластический способ, композиция из отдельных частей - конструктивный, композиция из цельного объема и отдельных частей - комбинированный.

Первоначально взятый объем в лепке наращивается способом прибавления небольших кусочков глины (пластилина) для придания изображению характерной формы. Во время лепки, необходимо как можно чаще смотреть на свою работу и натуру издали, чтобы целиком охватить глазом и путем сравнения выявить ошибки, которые вблизи бывают незаметны. Только на расстоянии легко понять характер и движение натуры. Изучение натуры на расстоянии помогает отразить типичное, основное. Лепить круглую скульптуру только по силуэту нельзя. Надо лепить ее вглубь, подобно рельефам. Силуэт же служит для проверки правильности форм и движения. Когда фигура проложена глиной в общей массе и вполне выявлено ее движение и соотношение всех объемов крупных форм, переходят к увязыванию внутренних форм с общей массой фигуры. Нужно помнить, что каждая часть, даже самая маленькая, не должна воспроизводиться с натуры без увязки ее со всей скульптурой. Невозможно лепить детали на неправильно построенной форме, так как каждая деталь есть часть общей формы. Лепка должна идти от общего к частному, от частного к общему и к синтезу того и другого. Это касается и рельефа.

Особенность рельефа заключается в его двуслойности. Он похож на соединение рисунка и пластики, когда плоскостное изображение переходит в объемное. Композиция в рельефе разворачивается вдоль плоскости, которая служит фоном, позволяющим воспроизводить пейзаж и многофигурные сцены.

Острой стекой на глине рисуют набросок. Неправильные линии разглаживают шпателем. Следует следить за тем, чтобы набросок был скомпанован. Лепку надо начинать с низких рельефов, то есть с наиболее отдаленных частей. Наносят глину небольшими порциями. Там, где должна располагаться более объемная масса, наносят большее количество глины (скульптурного пластилина). Постепенное наращивание рельефов по всей фигуре позволяет правильно брать отношения рельефов друг к другу и не сбивать сделанный рисунок, стараясь сохранить движение и характер натуры. Рука и стеки двигаются в направлении ,повторяющем, форму фигуры. При таком подходе изображение легче охватить взглядом и проще вносить исправления. Когда рельеф готов, прорабатываются детали. Нельзя переходить на детальную лепку, не построив всей фигуры и не увязав ее отдельных частей между собой.

В барельефном этюде рельеф должен быть сильно уплотненным, мало возвышающимся над фоном, но лепка должна давать впечатление округлой формы. Главная задача при работе барельефа – везде выдержать один и тот же размер сокращений.

В горельефе необходимо сильное возвышение фигуры над фоном и допустимы теневые подрезы ее контуров. В горельефе, подобно барельефу некоторые части Фигуры выполняются в низком рельефе, но так, чтобы создавалось впечатление единого целого с соблюдением как бы перспективного удаления фигуры, но не столько путем рисунка, сколько путем уменьшения и увеличения высоты объемов.

Процесс изучения академической скульптуры и пластического моделирования должен развиваться в следующих направлениях:

- грамотное композиционное решение формы;
- степень выявления образного содержания объемной композиции;
- аккуратность и высокий уровень технического исполнения;
- художественно-композиционная культура представления объемно-пространственных композиций.

2.1. Инструменты и материалы

Назначение и содержание скульптурного произведения определяют характер его пластической структуры, а она, в свою очередь, влияет на выбор скульптурного материала. От природных особенностей и способов обработки последнего во многом зависит техника скульптуры. Мягкие вещества (глина, воск, пластилин и т. п.) служат для лепки; при этом наиболее употребительные инструменты – проволочные кольца и стеки (рис. 1).



Рис. 1

Твёрдые вещества (различные породы камня, дерева и др.) обрабатываются путём рубки (высекания) или резьбы, удаления ненужных частей материала и постепенного высвобождения как бы скрытой в нём объемной формы; для обработки каменного блока применяются молоток (киянка) и набор металлических инструментов – шпунт (скарпель, троянка и др.), для обработки дерева – преимущественно фасонные стамески и свёрла. Вещества, способные переходить из жидкого состояния в твёрдое (различные металлы, гипс, бетон, пластмасса и т. п.), служат для отливки произведений скульптуры при помощи специально изготовленных форм. Для воспроизведения скульптуры в металле прибегают также к гальванопластике. В нерасплавленном виде металл для скульптуры обрабатывается посредствомковки и чеканки. Для создания керамических скульптур употребляются особые сорта глины, которая обычно покрывается росписью или цветной глазурью и обжигается в специальных печах. Цвет в скульптуре встречается с давних пор: хорошо известна раскрашенная скульптура античности, средних веков, Возрождения, барокко. Скульпторы XIX–XX вв. обычно довольствовались естественным цветом материала, прибегая в необходимых случаях лишь к его однотонной подкраске, тонировке. Однако опыт 1950–1960-х гг. свидетельствует о вновь пробудившемся интересе к полихромной скульптуре.

Раздел 3. . Лепка геометрических фигур

Практическое занятие 1.

Вид практического занятия: выполнение практического задания

Тема и содержание занятия: Лепка пяти геометрических тел, имеющих разный характер формы (куб, шар, цилиндр, конус, яйцо).

Цель занятия: освоение приёмов работы с разнообразными пластическими материалами и инструментарием.

Практические навыки: найти интересное композиционное решение, умения работать разнообразными пластическими материалами и инструментами, выполнения рельефа, умения найти интересное композиционное решение, поиски взаимодействия силуэтов и объемов в рельефе, стилизации и обобщения.

Лепка геометрических фигур (орнамента, деталей, изделий) очень полезна для начинающих. Научившись лепить геометрические фигуры, можно перейти к более сложному виду лепки — листьев, плодов.

Согласно рисунку, для изготовления цилиндра скатывают из глины с помощью доски валик нужного диаметра и обрезают его концы. Конус изготавливают точно так же. Шар выполняют путем скатывания куса глины между двумя досками: нижней неподвижной, верхней, вращающейся вкруговую. Для изготовления параллелепипеда из глины делают кубик нужной толщины и высоты. Обрезают вертикальные (боковые) и верхнюю стороны, вычерчивают форму параллелепипеда (показан пунктиром) и зачищают стороны.

Однако в этих случаях руку не набьешь и навыков не приобретешь. Поэтому геометрические фигуры лучше всего только лепить.

Лепка пирамиды производится так. Пирамида имеет остrokонечную вершину, поднятую из середины основания. Прежде всего из глины намазывают примерную форму пирамиды. Затем наложенную глину прорабатывают сначала руками, а затем подправляют стеком, (придавая пирамиде нужную форму. Во время работы следят за тем, чтобы вершина пирамиды приходилась точно на середину основания. Грани пирамиды должны быть ровные, острые и не искривленные. Все неточности надо исправлять только руками или стеком. Не рекомендуется для наведения граней пирамиды применять линейку, так как задача состоит в том, чтобы развивать глазомер и приучить руки к точной работе.

Лепить любое изделие необходимо на плите, а проще — на деревянном щите, из которого изготавливают простейший мольберт. На мольберт намазывают глиняное основание, или фон. Чтобы глина прочнее держалась на щите, в него набивают гвозди с надетыми на них металлическими шайбами, на которых надежно удерживается глина. В объемных изделиях делают каркас соответствующей формы.

Лепка различных геометрических фигур, начиная с самых простейших, с постепенным переходом к более сложным изделиям.

1. Прямоугольное изделие треугольного сечения. Прежде всего следует устроить фон для нанесения на него контуров изделия, на которые наносят материал. После этого руками и стеками придают ему нужную форму. На первых этапах работы для проверки выполненных операций можно применить линейку и угольник, но все исправления делать руками или стеками.

2. Четырехугольная рамка, состоящая из треугольных элементов. Рамка должна быть выполнена строго в угольник. Прежде всего намазывают фон, чертят на нем четырехугольник, на который затем накладывают материал с постепенным приданием ему требуемой формы. Для проверки выполненной работы используют линейку с угольником.

3. Кольцо, состоящее из треугольного элемента. Кольцо должно быть совершенно круглым, для этого на наложенном фоне чертят кольцо нужного размера по наружной и внутренней окружностям, которые ограничивают толщину кольца. Между окружностями накладывают материал, придавая ему предварительно треугольную форму. Сначала работу выполняют руками, а затем стеками. Для проверки работы используют циркуль.

Разберем лепку простого геометрического орнамента на примере пирамиды.

Так как пирамида имеет остроконечную вершину, поднятую из середины основания, то лепить ее следует так: прежде всего накладываем на подставку глины (пластилина) и придаем ей руками форму пирамиды. Затем приступаем к ее проработке стеком. Следите за тем, чтобы вершина пирамиды приходилась точно на середине основания, а грани пирамиды были ровные и острые рис.2.



Рис.2



В объем задания входят:

- 1) 10 зарисовок композиции на формате А4;
- 2) фото изображаемых объектов;
- 3) фото выполненной работы

Практическое занятие 2.

Вид практического занятия: выполнение практического задания под руководством преподавателя.

Тема и содержание занятия: Выполнение трех моделей фруктов и овощей в размер.

Цель занятия: найти интересное образное решение тематической пластической композиции, выразительное решение силуэтов и форм, составляющих образ.

Практические навыки: найти интересное композиционное решение, навыки стилизации и обобщения пластических форм, умение точно воспроизвести авторский эскиз в материале. Продолжительность занятия.

Прежде чем начинать лепить, осмотрите предмет со всех сторон, пощупайте его пальцами. Затем поставьте его перед собой и начинайте лепить.

Возьмите скульптурный пластилин столько, сколько нужно для работы. Хорошо помните ее и начинайте лепить. Лепите пальцами обеих рук. Начинайте лепить не с подробностей и деталей, а вначале постарайтесь придать пластилину общую форму предмета, который вы лепите.

Овощи и фрукты обязательно нужно лепить в его натуральную величину. Поэтому размеры лепных вещей на первых порах должны быть не очень маленькие, но и не большие.

Самым верным и основным инструментом скульптора при работе с глиной являются, пальцы рук. Поэтому в первую очередь надо научиться хорошо работать руками. Работают пальцами различно. В одном случае работают одним пальцем, в другом случае двумя, уплотняя, выравнивая, намазывая глину. Иногда лепят одной рукой, а второй поддерживают работу. Вылепив форму предмета в основном, приступают затем к окончательной проработке. Здесь уже без применения стеков не обойдешься. Проработка изделий производится преимущественно деревянными стеками. Стек с металлическим наконечником применяется в основном для того, чтобы снять лишний скульптурный пластилин, глину.



Рис.3



Рис.4

В объем задания входят:

- 1) 10 зарисовок композиции на формате А4;
- 2) фото изображаемых объектов;
- 3) фото выполненной работы

Практическое занятие 3

Вид практического занятия: выполнение практического задания под руководством преподавателя.

Тема и содержание занятия: **Орнамент из природных форм (цветы, листья ветки) на передачу образа (рельеф).**

Цель: развить навыки работы с натурой и умение через форму передавать образ; научиться работать с инструментами.

Практические навыки:

- стимулировать развитие образного мышления, изучить язык метафоры; совершенствовать умение создавать композицию;
- получить знания, умения и навыки по овладению основными принципами построения растительного рельефа, построенного по принципу асимметрии;
- изучить основные принципы создания рельефа с растительной формой; научиться выражать объем и пространство на плоскости, передавать пропорциональные отношения элементов выполненных пластичными средствами. Оборудование: планшет, стеки, скульптурный пластилин.

Выполнение работы в рельефе делится на несколько этапов. На первом этапе проводится работа по созданию основы для изображения – плинта.

Плинт представляет собой прямоугольник размером 27×37 см, расположенный по центру дощечки размером 30×40 см, высота плинта 2–2,5 см. Работа над плинтом начинается с набора первого слоя.

После определения границ необходимо набрать первый слой, плотно накладывая маленькие кусочки пластилина на дощечку. Это важно для обеспечения максимальной сцепки пластилина с дощечкой, чтобы при изменении положения дощечки с горизонтального на вертикальное плинт самопроизвольно не отсоединился.

После того как вся обозначенная поверхность залеплена тонким слоем пластилина, можно переходить к набору необходимой высоты плинта. Это лучше сделать в два этапа для создания однородности и во избежание возникновения мелких ямочек между кусочками пластилина. Когда поверхность размером 27×37 см и высотой 2–2,5 см сформирована, её необходимо выровнять. Для этого используется деревянная линейка размером не меньше ширины плинта по горизонтали. Линейкой с нажимом проводят по поверхности плинта. Все кусочки пластилина, оставшиеся после этого на линейке, снимаются. На поверхности появляются мелкие впадины. Их необходимо залепить пластилином и снова провести по всей поверхности линейкой. Прodelывать это надо несколько раз до тех пор, пока поверхность не станет ровной. Для того чтобы отслеживать ровность поверхности, периодически дощечку с плинтом надо ставить на ребро.

После того как поверхность стала идеально ровной, можно обрезать края плинта линейкой и скульптурным (сапожным) ножом. Линейка прикладывается к 11 краю плинта таким образом, чтобы она была на его верхней поверхности. Затем аккуратно, с небольшим нажимом по границе с линейкой проводят ножом на всех четырех сторонах плинта.

Итак, плинт готов. Теперь можно переходить ко второму этапу работы – созданию изображения. Прежде чем формировать изображение на поверхности плинта, необходимо сделать несколько эскизов по теме на бумаге. Перенос изображения на плинт можно осуществлять несколькими способами: методом квадратов, линейным переносом. Выбор метода зависит от навыков и развитости глазомера.

После того как изображение было перенесено на плинт, намечают максимальные высоты, исходя из выбранного вида рельефа. В тех местах, где будет высокий рельеф (выступающие формы), ставят маячок из пластилина, определяющий высоту, то же продлевается в местах, где будет максимально низкий рельеф. Это необходимо для того, чтобы сформировать общую картину не только графически но и объемно. После этого начинается первая прокладка рельефа по высотам. Каждый последующий этап определения высот сопровождается корректировкой форм. После прокладки общей массы и уточнения общей формы проводится моделировка – подробное уточнение всех деталей изображаемого объекта. Работа по моделировке формы ведется при помощи различных скульптурных инструментов (стеков) рис 8, рис 9, рис 10.



Рис. 8



Рис. 9

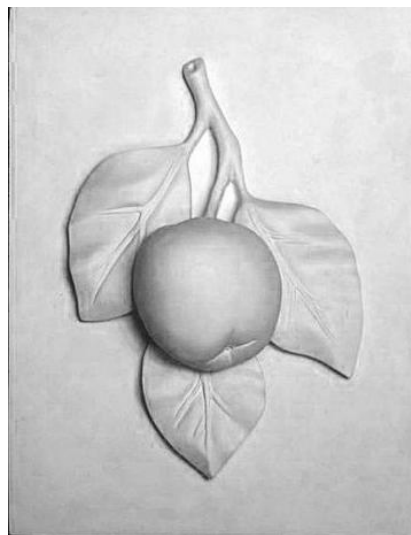


Рис. 10

В объем задания входят:

- 1) 5 зарисовок композиции на формате А4;
- 2) фото изображаемых объектов;
- 3) фото выполненной работы

Раздел 4. Методика создания рельефов

Практическое занятие 4

Вид практического занятия: выполнение практического задания под руководством преподавателя.

Тема и содержание занятия: Рельеф с гипсового слепка (розетка).

Цель занятия: освоение приёмов работы со скульптурным пластилином и скульптурным инструментарием.

Практические навыки: повторить пропорции образца, умения работать со скульптурным пластилином и инструментами, выполнения рельефа (рис. 2).

Розетки бывают круглые, квадратные, ромбовидные, эллиптические и другой формы.

Служат они для разных целей, и в первую очередь для украшения зданий внутри и снаружи. Нам они пригодятся для украшения углов рамок. Лепят розетки следующим образом. Накладывают фон, на нем вычерчивают контуры, на контуры накладывают глину (скульптурный пластилин), придают ей нужную форму и приступают к проработке имеющихся листьев или другого орнамента. (Рис. 7)



Рис. 7

В объем задания входят:

- 1) 8 зарисовок композиции на формате А4;
- 2) фото изображаемых объектов;
- 3) фото выполненной работы

Практическое занятие 5

Вид практического занятия: выполнение практического задания под руководством преподавателя.

Тема и содержание занятия: Детально проработанный эскиз несложного рельефного изображения тематической маски

Цель занятия: освоение приёмов работы с разнообразными творческими источниками.

Практические навыки: найти интересное композиционное решение, навыки стилизации и обобщения пластических форм Продолжительность занятия.

Приступаем к лепке маску из пластилина или глины, используя при этом рисунок и угловой масштабный график.

Заготовка должна быть такой, чтобы положение маски соответствовало торцу заготовки.

Размеры маски должны соответствовать габаритам задуманного изделия.

Вместо дощечки можно использовать плотную бумагу, которая будет служить выкройкой.

Замеряется толщина нижней части маски и определяется место сквозного отверстия для маски.

При дальнейшей работе применяются картонные выкройки-сечения, которые были подогнаны по обводу контура маски из пластилина.

Такие выкройки облегчают работу. Обязательно должны быть поперечные, продольные, наклонные выкройки, а по необходимости и любые другие.

Далее намечаются ее детали (нос, рот и. т. д.) впадины. Прежде, чем сделать глаза, следует определить положение складки бровей, верхнее веко и так далее вниз, с углублением, если надо, глазной впадины.

Для зрачка безопаснее сделать сначала глубокое отверстие в центре, а затем уже обработать глазное яблоко, используя при этом острый кончик маленького ножа в уголках глаз.

Расстояние между центрами зрачков контролируется по рисунку и масштабу. Одновременно следует контролировать расстояния между уголками глаз и между центрами зрачков и кончиком носа.

Верхние части вырезаются с заглублением фона, затем вырезается нижняя часть (рис.5) и (рис.6).



Рис.5



Рис.6

- 1) Сбор материала, композиционные зарисовки.
- 2) 5 зарисовок композиции на формате А4;
- 3) фото изображаемых объектов;
- 4) фото выполненной работы

Практическое занятие 6

Вид практического занятия: выполнение практического задания под руководством преподавателя

Тема и содержание занятия: Создание эскизов будущей медали из скульптурного пластилина.

Цель занятия: создание гармоничной композиции.

Практические навыки: найти интересное композиционное решение, навыки стилизации и обобщения пластических форм, навыки выполнения творческого эскиза пластической композиции.

Изготовление медали всегда начинается с рисунка-проекта. Миниатюрность рельефа медали и ограниченное пространство, замкнутое в окружность, диктуют свои правила изготовления медали.

Всё дело в том, что рельеф на плоскости строят с помощью планов и перспектив, сокращений фигур и предметов, которые должны быть органично связаны с плоскостью фона. Сложность работы заключается в сокращенном в глубину пространстве. То есть фигуры и предметы на каждом последующем плане уменьшаются, сужаются, уплотняются. Художник должен очень точно построить перспективу и увидеть последовательность планов, заранее понять, какие размеры нужны.

Лишь потом мастер начинает лепить модель по этому эскизу. Лепят будущую медаль на доске из оргстекла, на которую с помощью тонких деревянных палочек накладывают скульптурный пластилин. Этот этап работы схож с изготовлением монет.

После с модели делают гипсовый слепок. Затем гипсовую модель уменьшают до необходимого размера на специальной машине — пантографе. С одной стороны закрепляют гипсовую модель, с которой специальной иглой считываются координаты. С другой стороны — стальную заготовку, на которой машина сама гравировует уменьшенное изображение, в соответствии со считанными координатами. Изготовление медалей: как делают медали сейчас

Это достаточно длительный и трудоемкий процесс. Однако его можно усовершенствовать — например, в нашем ювелирном доме используются самые современные 3D сканеры.

Но даже использование такой техники не отменяет ручную работу мастера. Ведь придать живость изображению может только настоящий медальер.

Далее технология предполагает, что пуансон нужно закалить и с его помощью выдавить матрицу или штемпель для чеканки медали. Но использование современного эрозионного и электрохимического оборудования позволяет нам исключить и этот этап. После того как мы получили 3D модель, ее можно вырезать на современном металлорежущем оборудовании. Далее, получив латунную модель, мы абсолютно без потери качества, используя электрохимическое и электроэрозионное оборудование, получаем готовый штемпель для чеканки (рис.13) и (рис.14).



Рис 13



Рис.14

В объем задания входят:

- 1) 5 зарисовок композиции на формате А4;
- 2) краткая теория изображаемого сюжета;
- 3) фото/картинки аналогов на выбранный сюжет;
- 4) фото выполненной работы

Практическое занятие 7

Вид практического занятия: выполнение практического задания под руководством преподавателя.

Тема и содержание занятия: Эскиз этюда несложного рельефного изображения фигуры животного, птицы с передачей характерных особенностей пластики.

Цель занятия: освоение приёмов работы со скульптурным пластилином и скульптурным инструментарием, выполнения рельефа

Практические навыки: повторить пропорции образца, умения работать со скульптурным пластилином и инструментами .

Рельефная лепка много проще объемной. Во-первых, при рельефной лепке лепить приходится только одну сторону. Во-вторых, для рельефной лепки не требуется устройства каркаса, а для объемных лепных изделий каркас почти всегда бывает обязателен.

Каркас можно сделать как металлический на деревянной подставке, так и деревянный, сколоченный из тоненьких реек.

Для лепки объемных вещей следует сделать прежде всего каркас и хорошую подставку - доску. Каркас крепится к подставке, и после этого приступают к накладыванию на него глины и ее проработке.

Глина (скульптурный пластилин) накладывается на каркас руками так, чтобы она как можно плотнее прилегалa к нему.

Перед началом лепки следует присмотреться к повадкам животных, чтобы подметить наиболее характерное для них: наклон головы, изгиб туловища и т. д.

Скульптуры животных и птиц обязательно требуют постамента, на котором они будут покоиться. На постаменте крепят каркас. Правильно сделанный каркас очень помогает работе.

Каркасы бывают деревянные и металлические. Предпочтение следует отдавать металлическим каркасам, которые делаются из проволоки и которым легко можно придать любую форму. Деревянные каркасы обладают тем недостатком, что они впитывают из материала, в частности глины, воду; глина быстро высыхает и трескается. Кроме того, намокая и высыхая, деревянный каркас коробится, и наложенная на него глина образует трещины. Чтобы каркас меньше коробился, его следует до обкладывания глиной хорошо намочить в воде.

Само собой разумеется, что каркас необходим только при лепке изделий большой величины (Рис.11)и (Рис.12).



Рис. 11



Рис.12

В объем задания входят:

- 1) Сбор материала, композиционные зарисовки.
- 2) 10 зарисовок композиции на формате А4;
- 3) фото изображаемых объектов;
- 4) фото выполненной работы

Практическое занятие 8

Вид практического занятия: выполнение практического задания под руководством преподавателя.

Тема и содержание занятия: Эскиз-идея будущей скульптуры в статике женской фигуры (рельеф/объем).

Цель: развивать логическое мышление при создании композиции; развивать пространственное мышление.

Практические навыки: найти наиболее оптимальный способ отражения особенностей выбранной тематики; работать с инструментами. Оборудование: планшет, стеки, скульптурный пластилин

Работа с объемной скульптурой строится несколько иначе. Перед началом работы прежде всего делаются рисунки- эскизы, затем производится математический расчет произведения (определяется центр тяжести изделия, высчитываются пропорции). Каждая скульптура должна иметь постамент той или иной формы, пропорционально соответствующий данной скульптуре. Постамент необходим как для опоры отдельных частей скульптуры, так и с точки зрения общей композиции. Он как бы обособляет скульптуру от окружающего мира и этим подобен раме для картины.

Работать начинают снизу, а не сверху. Скульптура строится подобно дому – с фундамента, а не с крыши. Распределив массы соответственно натуре и придав им соответствующее движение, приступают к их оформлению. Формы должны быть обобщенными, слитыми одна с другой, вытекать одна из другой. Маленькие фигуры до 10 см лепят без каркаса. Для фигуры или головы человека делают каркасы, которые их поддерживают. При лепке фигуры высотой более 20 см делают каркас с учетом расположения фигуры в пространстве: это как бы проволочная схема фигуры. Для каркаса сначала изготавливают глаголь по форме буквы Г, только с концом, загнутым вверх (рис. 4), из проволоки диаметром от 5 до 12 мм в зависимости от размера фигуры. Глаголь прибивают гвоздями к середине щитка.

Проволока для каркаса должна быть прочной, но мягкой, чтобы хорошо удерживала глину и легко гнулась. Сначала делают каркас для торса в форме треугольника, расположенного основанием вверх. Его прикручивают к глаголю; расстояние стержня от основания треугольника до загнутой петли (для головы) не должно превышать расстояния от пересечения стержня с основанием до одного из его концов. Проволоку для рук прикрепляют к концам основания торсового треугольника до середины бедер предполагаемых ног фигуры. Проволоку для ног крепят к малому стержню и, не доводя ее до щитка на размер глиняного плинта, загибают в сторону ступней. Поместив такой остов фигуры на треножный, неподвижный или горизонтальный вращающийся станок, можно начинать обкладывать каркас пластилином так, чтобы получалась фигура, в общих чертах сходная с моделью; затем, удаляя в одном месте излишне наложенный пластилин, добавляя в другом её недостаток и отделявая в фигуре часть за частью, он постепенно доводит её до желаемого сходства с натурой.

Для этой работы ему служат пальмовые или стальные инструменты различной формы, называемые стеками, но ещё больше пальцы его собственных рук (рис.15) и (рис.16)



Рис 15



Рис.16

В объем задания входят:

- 1) 10 зарисовок композиции на формате А4;
- 2) краткая теория изображаемого сюжета;
- 3) фото/картинки аналогов на выбранный сюжет;
- 4) фото выполненной работы

Практическое занятие 9

Вид практического занятия: выполнение практического задания под руководством преподавателя.

Тема и содержание занятия: Законы лепки круглой скульптуры

Цель занятия: передача объемно-пространственной характеристики предмета.

Практические навыки: изучить строение предмета, определить его главные составные части, их взаимосвязь и взаимозависимость, уяснить себе основные формы этих частей и их влияние на форму предмета в целом. Проанализировать конструкцию модели и исходя из этого анализа определить структуру объема и характер поверхности предмета, своеобразие его форм.

- 1) нахождение расположения частей в пространстве (движение),
- 2) нахождение их относительных размеров (пропорции),
- 3) нахождение формы (лепка в собственном смысле этого слова) как всего предмета в целом, так и его частей.

Приступая к лепке головы, автор должен очень серьезно продумать как посадить или поставить модель, как повернуть или нагнуть ее голову, куда заставить смотреть.

Следует обратить внимание и на основные свойства характера, присущие данной модели и могущие также быть выраженными особенностями постановки.

Говоря о постановке натуры, уместно высказать некоторые соображения о том, что мы называем композицией этюда или портрета.

Под композицией мы подразумеваем построение художественного произведения, объединение его отдельных частей в органическое единое целое с целью достижения максимального эффекта воздействия на зрителя в нужном направлении и создания такой его формы, которая своей выразительностью, новизной, жизненной определенностью и красотой содействовала бы наилучшему восприятию содержания произведения зрителем.

В работе над этюдом головы и портретом в скульптуре, кроме уже сказанного о характеристике той или иной натуры, следует учитывать и ряд проверенных приемов, с успехом применявшихся в мировом искусстве. Сочетание головы с шеей, частью груди и плеч в разные эпохи и разными авторами решалось поразному.

В работе как над этюдом, так и над портретом нужно стремиться к предельной завершенности формы - не к кажущейся завершенности как результату заглаживания, а к завершенности, являющейся следствием детального анализа формы и последующего ее обобщения, нахождения частного и подчинения его общему.

Лепка головы в рельефе по характеру задач ничем не отличается от лепки в рельефе любых других объектов. Это значит, что здесь остается в силе закон постепенного сокращения глубинной меры рельефа, необходимость почувствовать невидимую часть предмета, для чего слегка «оторвать» контур от фона, наконец, представить себе предмет как бы зажатым между двумя параллельными плоскостями - фоном и передней плоскостью, касательной к наиболее выпуклым частям рельефа.

Наилучший результат изображения головы человека в рельефе получается при расположении ее в профиль. Это усвоено давно, и неслучайно почти все медали и монеты несли на себе именно такие профильные изображения.

Всякое иное расположение головы в рельефе - три четверти или фас - приводит к грубым искажениям строения лица и потому выглядит неудовлетворительно.

Принципы лепки, анализ формы в рельефе остаются те же, что и в лепке круглой головы.

В искусстве как, впрочем, и в любой другой области творческой работы, огромное значение имеет постоянный упорный труд. Только через множество этюдных работ, сознательно выполненных, можно прийти к тому знанию человека, его бесконечно разнообразных индивидуальных различий, без которого невозможна работа над портретом.



Рис.17

В объем задания входят:

- 1) Сбор материала, композиционные зарисовки.
- 2) 15 зарисовок композиции на формате А4;
- 3) фото изображаемых объектов;
- 4) фото выполненной работы

Самостоятельная работа

Задание 1. Лепка композиции в рельефе на одну из тем: искусство, музыка, спорт, город (рельеф/объем).

Задание 2. Лепка орнамента из геометрических форм как элемент оформления интерьера (рельеф) Вид скульптурного изображения, материалы и формат являются свободными при работе над самостоятельными заданиями. Композиция и форма выполнения одобряются преподавателем. К каждому заданию выполняется не менее 7 зарисовок на формате А4.

Задание 3. Портфолио.

Структура портфолио:

1. Теоретическая часть разработки (цели, задачи).
2. Графическая часть разработки (эскизы, зарисовки).
3. Этапы выполнения работы (фото).
4. Готовая работа (фото со всех ракурсов).

Портфолио (от англ. portfolio – портфель, папка для важных дел или документов) – это набор документов, образцов работ, фотографий, дающих представление о предлагаемых возможностях, услугах специалиста. Портфолио предназначено для презентации индивидуального образовательного творческого движения студентов в течение обучения по дисциплине «Академическая скульптура и пластическое моделирование». Образовательная технология «портфолио» предполагает организацию деятельности в 6 этапов. *Этап 1.* Мотивация и целеполагание по созданию портфолио.

Этап 2. Разработка структуры материалов портфолио.

Этап 3. Планирование деятельности по сбору, оформлению и подготовке материалов к презентации.

Этап 4. Сбор и оформление материалов.

Этап 5. Презентация в рамках цели создания и использования.

Этап 6. Оценка результатов деятельности по оформлению и использованию материалов портфолио.

Портфолио работ студента – одна из форм аутентичного оценивания, способствующего развитию умений самооценивания, реальной самостоятельности студента в познании себя и своих способностей. Конечная цель работы над портфолио сводится к доказательству прогресса студента в обучении по результатам образовательной деятельности.

Наиболее действенным с точки зрения качественного оценивания достижений студента является комплексное портфолио, выполняющее накопительную функцию, отражающее динамику развития учащегося вне прямого сравнения с достижениями других студентов. Привлечение студента к оценочной деятельности позволит стимулировать учебную мотивацию как к процессу, так и результату своей деятельности, будет содействовать индивидуализации образования, так как материал для оценивания собирается и оценивается самим обучающимся. За счет рефлексивной самооценки студента создаются условия для формирования учебной компетенции и развития готовности к самообразованию. В процессе работы над портфолио студент не только осознает содержание материала, но и осмысливает способы, приемы своей работы, отбирает рациональные стратегии учения.

В составе портфолио по дисциплине должны быть определенные элементы. Для аудиторных работ:

- Титульный лист с персональными данными студента (ФИО, курс, группа).
- Фотографии аудиторных работ в трех ракурсах, сделанные на однотонном фоне нейтрального цвета.
- Письменное описание целей и задач, поставленных преподавателем для выполнения работы.
- Письменный анализ проделанной работы (рефлексия). Для самостоятельных объемных работ:
- Графическая часть разработки (эскизы, зарисовки).
- Фотографии самостоятельно выполненных работ в трех ракурсах, сделанные на однотонном фоне нейтрального цвета. Все работы оформляются в папку формата А4.

Оформление папки не регламентируется: это свободный выбор студента и проявление его творческой натуры. Защита портфолио проходит в виде устного рассказа либо презентации (по выбору студента). В портфолио включены все работы, выполненные в рамках дисциплины.

ГЛОССАРИЙ

Барельеф (англ. low relief, от фр. bas – низкий + relief – выпуклая резьба) – вид рельефной скульптуры, все части которого выступают над плоскостью менее чем на половину своего объема. Барельеф используется для украшения архитектурных сооружений и произведений декоративного искусства.

Бюст (фр. buste, от итал. busto – туловище) – погрудное, поясное или поплечное изображение человека в круглой скульптуре. Выразительные средства скульптуры – постановка фигуры в пространстве, передача ее движения, позы, жеста; светотеневая моделировка, усиливающая рельефность формы; фактура лепки или обработка материала; зрительный эффект массы и весовых отношений; пропорции; характер силуэта.

Горельеф (англ. high relief, от фр. haut – высокий + relief – выпуклая резьба) – вид рельефной скульптуры, в котором изображение выступает над плоскостью фона более чем на половину своего объема. Горельеф используется в архитектуре.

Койланаглиф – рельеф с углубленным контуром и выпуклой моделировкой, встречающийся в архитектуре Древнего Египта, на древневосточных и античных инталиях.

Круглая скульптура – вид скульптуры, произведения которой представляют собой самостоятельные трехмерные объемы: – свободно размещаемые в пространстве; – не связанные с плоскостью фона; – обычно требующие кругового обзора. Главными типами круглой скульптуры являются: статуя, статуэтка, бюст, торс и скульптурная группа.

Контррельеф – углубленный рельеф в виде строгого негатива выпуклого рельефа, служащий (на печатях-инталиях) для получения отпечатков в виде миниатюрного барельефа.

Пластика (от греч. plastike – ваяние) – 1) в широком смысле – то же, что скульптура; техника (лепка) скульптуры из мягких, вязких, пластических материалов; 2) пластичность, выразительность объемной формы; в широком смысле – эмоциональная художественная выразительность, гармония, изящество; 3) один из современных пластических материалов для лепки на базе затвердевающих на воздухе высоконаполненных пластических масс.

Скульптура – ваяние, пластика (англ. sculpture, фр. statue, нем. Bildhauerkunst, от лат. Sculpo – высекаю), вид изобразительного искусства, произведения которого имеют физически материальный, предметный объем и трехмерную форму, размещенную в реальном пространстве. Главные объекты С. – человек и изображения животного мира. Основными разновидностями скульптуры являются круглая скульптура и рельеф.

Скульптура малых форм, мелкая пластика – небольшие скульптурные произведения; изготавливаемые художественной промышленностью и народно-художественными промыслами из керамики, металла, кости, камня, стекла или пластмассы, предназначенные для украшения жилого интерьера. К скульптуре малых форм относятся: жанровые статуэтки; настольные портретные изображения; игрушки; произведения медальерного искусства и глиптики.

Скульптурный станок – деревянный треножник с вращающейся круглой или квадратной доской-подставкой, на которую помещают создаваемое произведение круглой скульптуры. Поворачивая доску, скульптор получает возможность: менять освещение будущего произведения, корректировать его выразительность и восприятие с разных точек зрения.

Рельеф (англ. raised work, от фр. relief – выпуклая резьба) – вид скульптуры; скульптурное изображение на плоскости, являющейся физической основой и фоном изображения. В рельефе воспроизводятся сложные многофигурные сцены, а также архитектурные и пейзажные мотивы. Различают: выступающий над плоскостью фона выпуклый рельеф, который подразделяется на барельеф и горельеф; врезанный в плоскость фона углубленный рельеф, который подразделяется на контррельеф и койланаглиф.

Формовка – в технологии скульптуры это процесс изготовления полых форм-отпечатков оригинала или гипсовой модели. Различают: черновую формовку, при которой оригинал раскалывается и утрачивается; гипсовую формовку с формой, состоящей из отдельных частей; формовку с помощью клеевых, викинитовых и силиконовых форм, наиболее точно и тонко передающих детали оригинала.

Раздел 4. Методические средства по обеспечению учебного процесса

4.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

а) основная учебная литература:

1. Вазари, Д. Жизнеописания наиболее знаменитых живописцев, ваятелей и зодчих / Д. Вазари ; под ред. Л. М. Сурис ; пер. с итал. А. Г. Габричевский, А. И. Бенедиктов. – М. ; Берлин : Директ-Медиа, 2015. – Т. 1. – 423 с. – ISBN 978-5-4475-4553-6 ; То же [Электронный ресурс]. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275995> (11.04.2016).
2. Ванеян, С. С. Архитектура и иконография. «Тело символа» в зеркале классической методологии / С. С. Ванеян. – М. : Прогресс-Традиция, 2010. – 832 с. – ISBN 978-5-89826-331-4 ; То же [Электронный ресурс]. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=102734> (11.04.2016).
3. Вишневский, В. Г. Право и история художественной культуры : учебное пособие / В. Г. Вишневский, М. М. Рассолов, А. И. Алексеев и др. ; под ред. М. М. Рассолов. – М. : Юнити-Дана, 2015. – 431 с. – (Cogito ergo sum). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-238-02205-5 ; То же [Электронный ресурс]. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=116631> (11.04.2016).
4. Зинченко, С. А. Введение в основы искусства Древней Греции : учебное пособие / С. А. Зинченко. – М. ; Берлин : Директ-Медиа, 2014. – 714 с. : ил. - Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-4475-0537-0; То же [Электронный ресурс]. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275616> (11.04.2016).
5. Карпова, Е. В. Скульптура в России: неизвестное наследие. XVIII – начало XX века : научное издание / Е. В. Карпова ; под ред. О. Нечипуренко, В. Е. Левтов ; худож. С. Минаев. – СПб : Информационно-издательское агентство «ЛИК», 2015. – 560 с. : ил. – ISBN 978-5-86-038-186-5 ; То же [Электронный ресурс]. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429561> (11.04.2016).
6. Москалюк, М. В. Русское искусство конца XIX – начала XX века : учебное пособие / М. В. Москалюк ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Сибирский Федеральный университет. - Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2012. – 257 с. – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7638-2489-6 ; То же [Электронный ресурс]. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=364036> (11.04.2016).
7. Садохин, А. П. История мировой культуры : учебное пособие / А. П. Садохин, Т. Г. Грушевицкая. – М. ; Берлин : Директ-Медиа, 2015. – Ч. 1. – 954 с. – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-4475-3302-1 ; То же [Электронный ресурс]. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428649> (11.04.2016).
8. Садохин, А. П. История мировой культуры : учебное пособие / А. П. Садохин, Т. Г. Грушевицкая. – М. ; Берлин : Директ-Медиа, 2015. – Ч. 2. – 954 с. – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-4475-3302-1; ; То же [Электронный ресурс]. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428650> (16.08.2017).

б) дополнительная учебная литература:

1. Палагута, И. В. Мир искусства древних земледельцев Европы (культуры балкано-карпатского круга в VII–III тыс. до н. э.) / И. В. Палагута. – СПб : Алетейя, 2011. – 351 с. – ISBN 978-5-91419-437-3 ; То же [Электронный ресурс]. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=119615> (11.04.2016).
1. Яхонт, О. В. Консервация и хранение скульптуры в музее : монография / О. В. Яхонт ; Государственный научно-исследовательский институт реставрации. – М. : Индрик, 2009. – 209 с. : ил. – ISBN 978-5-91674-007-3; То же [Электронный ресурс]. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428370> (11.04.2016)



Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение ВО
«Уральский государственный горный
университет»

**МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ
ПО ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ
(ПРОЕКТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ)
ПРАКТИКЕ, ЧАСТЬ 2**

для студентов направления

29.03.04 - ТЕХНОЛОГИЯ ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ

очного обучения

Екатеринбург
2020

Производственная Технологическая (проектно-технологическая) практика, ч. 2 студентов УГГУ является составной частью основной профессиональной образовательной программы высшего образования, входит в Блок 2 «Практики» части, формируемой участниками образовательных отношений, и представляет собой одну из форм организации учебного процесса, заключающуюся в профессионально-практической подготовке обучающихся в университете и на базах практики.

ОБЪЕМ ПРАКТИКИ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ И ЕЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ В НЕДЕЛЯХ ЛИБО В АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСАХ

Общая трудоемкость производственной практики составляет 9 зачетных единиц, 324 часа.

Общее время прохождения производственной практики студентов 6 недель 42 календарных дня.

СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИКИ

№ п/п	№ недели	Разделы (этапы) практики и содержание, место прохождения практики	Трудоемкость (в часах) -учебная работа/самостоятельная работа		Формы контроля
			учебная	СР	
		<i>Подготовительный (организационный) этап</i>			
1		Организационное собрание, сбор и изучение рекомендуемой литературы, получение необходимых консультаций по организации и методике проведения работ со стороны руководителя практики от кафедры	2		собеседование
2		Правила техники безопасности при работе на камнерезном оборудовании.	2		заполнение журнала практики
		<i>Основной этап</i>			
3		Разработка эскиза	4		эскиз
4		Разработка технологической карты	6		тех. карта
5		Изготовление камнерезного и/или ювелирного изделия	194		изделие
		<i>Итоговый (заключительный) этап</i>			
6		Подготовка отчета о практике, защита отчета	6		Защита отчета по итогам прохождения практики
		Итого	216	108	Зачет

Организация **производственной технологической (проектно-технологической) практики, ч. 2** на местах возлагается на руководителя организации, которые знакомят студентов с порядком прохождения производственной практики, назначают её руководителем практического работника и организуют прохождение практики в соответствии с программой практики.

Общие рекомендации студентам по прохождению производственной практики:

Перед прохождением практики студент должен изучить программу, представленную учебно-методическую документацию по практике и обратиться к соответствующим нормативным материалам, литературе с тем, чтобы быть подготовленным к выполнению поручений, данных руководителем практики, к решению задач практики, конкретных практических вопросов.

Студенты должны подготовить: ксерокопии своих свидетельств о постановке на учет в налоговом органе (ИНН), пенсионного страхования; получить при необходимости медицинскую справку по форме, требуемой предприятием-базой практики, в поликлинике, к которой прикреплены; подготовить фотографии (формат по требованию предприятия-базы практики) и паспортные данные (ксерокопии разворотов с фотографией и регистрацией места жительства) для оформления пропусков на предприятия, при необходимости.

В рамках *самостоятельной работы* студенту рекомендуется проработать конспекты лекций, учебников и других технических изданий, технической документации камнеобрабатывающих предприятий, Контроль качества самостоятельной работы студентов производится при защите отчёта по практике.

При прохождении практики *обучающиеся обязаны:*

своевременно прибыть на место прохождения практики, иметь при себе все необходимые документы: паспорт, индивидуальное задание, план (график) практики;

подчиняться действующим правилам внутреннего трудового распорядка организации – места прохождения практики;

изучить и строго соблюдать правила охраны труда, техники безопасности, производственной санитарии и промышленной безопасности;

полностью выполнять задания, предусмотренные программой практики;

выполнять задания руководителя практики от организации;

быть вежливым, внимательным в общении с работниками;

вести записи о проделанной работе, чтобы в дальнейшем в отчете описать содержание проделанной работы;

в установленный срок отчитаться о прохождении практики руководителю практики от кафедры, подготовить и сдать отчет и другие документы практики на кафедру.

При подготовке к практике и во время прохождения практики рекомендуется по возникшим вопросам обращаться к учебной литературе, методическим материалам.

При возникновении затруднений в процессе практики студент может обратиться к руководителю практики от университета либо от организации-базы практики и получить необходимые разъяснения.

Примерный план прохождения практики:

Задание	Отчетность
<i>Знакомство с основами будущей профессии</i>	
1. Ознакомиться с организацией, технологическим циклом предприятия и его организационной структурой, пройти инструктаж по технике безопасности	Первый раздел отчета - Описание организации – наименование и адрес организации, вид (профиль) деятельности.
<i>Формирование профессиональных компетенций (умений и опыта)</i>	
1. Подготовить эскиз, слепок из пластичных материалов изготавливаемого изделия	приложение к отчету.
2. Подобрать камнесамоцветное сырье, камнеобрабатывающее оборудование и инструмент. Назначить технологический процесс (технологическая карта).	В отчете Технологический раздел
3. Выполнить изделие по утвержденному эскизу и технологической карте и под наблюдением учебного мастера.	В отчете Технологический раздел, описание выполненных операций.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ПРАКТИКИ

Цель практики

Целью практики является получение студентом рабочей квалификации и сбор материалов для самостоятельного технологического проектирования производственного процесса в рамках задания на курсовой или дипломный проект по профилю

соответствующей специализации обучения, и приобретение студентами профессиональных навыков рабочих профессий камнереза и шлифовщика-полировщика.

Задачи практики

- изучение конкретных производственных заданий предприятий и технико-экономических показателей их выполнения;
- приобретение практических навыков самостоятельной работы;
- изучение и усвоение технологии, применяемой на предприятии;
- изучение организации труда;
- сбор материалов в соответствии с заданием.

Форма заданий на производственную практику

Задание на производственную практику включает следующее:

перечень всех видов работ, технологий и оборудования, на котором проводится практика:

разделка блоков, распиловка блоков, шлифовка и полировка поверхностей, сверление отверстий, склеивание поверхностей, изготовление фасонных поверхностей.

должности, выполняемые обязанности и требования к приобретаемым навыкам: стажёр камнереза, шлифовщика, мастера камнерезного, шлифовально-полировочного участка.

замена режущего и абразивного инструмента, закрепление камня в станках. Контроль параметров изготавливаемого изделия. Контроль износа инструмента. Упаковка продукции, текущее техобслуживание камнеобрабатывающего оборудования.

выпиливание плоскопараллельных пластин заданных размеров. Шлифовка и полировка плоских поверхностей и оценка качества обработки.

Сбор материалов для отчёта

Собрать материалы по следующим разделам:

а) описание каменного сырья, используемого в производстве:

его физико-механические и геммологические характеристики; сортность и качество; краткое описание месторождения, из которого сырье поступает на производство.

б) технико-технологические материалы:

характеристики камнеобрабатывающего оборудования, его состав, количество, размещение в цехах;

камнеобрабатывающий инструмент и абразивные материалы, оборудование, приспособления, оснастка (марки, типоразмеры, зернистость, схема расположения и использования);

технологические материалы, реагенты и растворы, используемые при обработке камня;

технологические операции на различных стадиях обработки: их последовательность, продолжительность, особенности (в зависимости от свойств камня, абразивности инструмента, режимных параметров обработки, характера операции и т. п.).

в) специальный вопрос (тема углубленного изучения):

описание сложных технологических операций и проблем, существующих на предприятии; описание поломок и аварий оборудования, вызванных особенностями свойств каменного сырья или конструктивными недостатками оборудования; анализ причин брака или недостаточного качества продукции, выпускаемой на предприятии.

СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Отчет составляется непосредственно в период прохождения практики на основании личных наблюдений, изучения проектных и отчетных документов предприятия, а также фондовых и производственных материалов.

Отчет должен содержать следующие разделы:

Введение.

1. Технический раздел.
2. Геологический раздел.
3. Технологический раздел.
4. Заключение.

Во **введении** дается описание предприятия, на котором студент проходил производственную или преддипломную практику, а также перечня продукции, выпускаемой им.

Приводится тема индивидуального задания, выданного руководителем.

В **техническом разделе** студент должен знать:

- процесс производства камнерезных изделий;
- основные принципы организации производства;
- проектирование процесса во времени;
- специализацию камнерезного предприятия, на котором он проходил практику;
- типы организации производства: единичный, серийный, массовый;
- организация труда на камнерезном предприятии: основные формы разделения труда, формы кооперации труда;
- расстановку кадров на предприятии;
- организация рабочих мест и совершенствование трудовых процессов;
- создание рациональных условий труда и отдыха, охрана труда.

Далее приводится описание конструкции изделия, изготавливаемого студентом, выбранного в качестве индивидуального задания. Описываются технологические процессы всех этапов изготовления изделия, начиная с заготовительной и заканчивая отделочной операциями, упаковкой, транспортировкой и его хранением.

Приводится расчет соответствующих технологических режимов, выбор или проектирование специального инструмента, оснастки и приспособлений на основе технических условий на изделие и программы выпуска.

Приводится перечень оборудования, которое задействовано в производстве изделия.

Фотографии или рисунки изготавливаемого изделия можно привести в тексте раздела или вынести в приложения.

В **геологическом разделе** приводятся сведения о геологическом строении месторождения; о запасах и количестве поделочного сырья и драгоценных камней (минералов). Здесь же приводятся сведения о технологических свойствах поделочного камня и вещественном составе минерального сырья. Также приводятся сведения о ювелирном, используемом на предприятии сырье.

В **техническом разделе** приводится перечень оборудования, которое находится в ведении данного предприятия. Необходимо описать его назначение и привести основные технические характеристики.

Если предприятие использует в своей деятельности какое-либо нестандартное оборудование, то необходимо дать подробное описание его, назначение, устройство и принцип работы, а также привести технические данные. Сравнить данное оборудование с серийно выпускаемым и показать в чем его преимущество. Данные материалы приводятся с разрешения технического руководства предприятия.

Кроме того, в данном разделе дается описание инструмента, применяемого на предприятии.

Чертежи, фотографии или рисунки, описываемого оборудования и инструмента можно привести в тексте или вынести в приложения.

В **заключении** приводятся итоги прошедшей практики, где студент дает оценку их результатам. Так, например, какой он приобрел опыт и навыки на определенных операциях при обработке камня, на сколько удачно, на его взгляд, ему удалось выполнить индивидуальное задание.

Если в процессе прохождения практики имели место какие-либо негативные моменты (не было руководителя от предприятия, невозможно было получить документацию на оборудование, геологические материалы и т.д.) их необходимо отразить в данном разделе.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Поленов Ю. А., Огородников В. Н. Художественная обработка камня: методическое пособие. Часть 2. - Екатеринбург, УГГУ, 2012. - 128 с.

Поленов Ю. А., Огородников В. Н. Художественная обработка камня: методическое пособие. Часть 4. - Екатеринбург, УГГУ, 2012. - 83 с.

Синкенкес Дж. Руководство по обработке драгоценных и поделочных камней: пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 423 с.

Викторов И. П., Рыскин Ф. В. Шлифовщик-полировщик изделий из камня. – Л.: Изд-во литературы по строительству, 1972.

Малин В. И. Облицовка поверхностей природным камнем. – М.: Высшая школа, 1977.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ОТЧЕТА ПО ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ (ПРОЕКТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ) ПРАКТИКЕ

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

Оформление отчета осуществляется в соответствии с требованиями государственных стандартов и университета.

Отчет выполняется печатным способом с использованием компьютера.

Каждая страница текста, включая иллюстрации и приложения, нумеруется арабскими цифрами, кроме титульного листа и содержания, по порядку без пропусков и повторений. Номера страниц проставляются, начиная с введения (третья страница), в центре нижней части листа без точки.

Текст работы следует печатать, соблюдая следующие размеры полей: правое – 10 мм, верхнее и нижнее – 20 мм, левое – 30 мм.

Рекомендуемым типом шрифта является Times New Roman, размер которого 14 pt (пунктов) (на рисунках и в таблицах допускается применение более мелкого размера шрифта, но не менее 10 pt).

Текст печатается через 1,5-ый интервал, красная строка – 1,25 см.

Цвет шрифта должен быть черным, необходимо соблюдать равномерную плотность, контрастность и четкость изображения по всей работе. Разрешается использовать компьютерные возможности акцентирования внимания на определенных терминах и формулах, применяя курсив, полужирный шрифт не применяется.

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ НАИМЕНОВАНИЙ И НУМЕРАЦИИ СТРУКТУРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ, ГЛАВ И ПАРАГРАФОВ

Отчет должен включать следующие структурные элементы: титульный лист, содержание, введение, основной текст, заключение, приложения (является дополнительным элементом). Основной текст может быть разделен на разделы и параграфы.

Каждый структурный элемент отчета (титульный лист, содержание, введение, заключение, приложение) и разделы необходимо начинать с новой страницы. Следующий параграф внутри одного раздела начинается через 2 межстрочных интервала на том же листе, где закончился предыдущий.

Расстояние между заголовком структурного элемента и текстом, заголовками главы и параграфа, заголовком параграфа и текстом составляет 2 межстрочных интервала.

Наименования структурных элементов письменной работы («СОДЕРЖАНИЕ», «ВВЕДЕНИЕ», «ЗАКЛЮЧЕНИЕ», «ПРИЛОЖЕНИЕ») служат заголовками структурных элементов. Данные наименования пишутся по центру страницы без точки в конце прописными (заглавными) буквами, не подчеркивая.

Разделы, параграфы должны иметь заголовки. Их следует нумеровать арабскими цифрами и записывать по центру страницы прописными (заглавными) буквами без точки в конце, не подчеркивая. Номер раздела указывается цифрой (например, 1, 2, 3), номер параграфа включает номер раздела и порядковый номер параграфа, разделенные точкой (например, 1.1, 2.1, 3.3). После номера раздела и параграфа в тексте точку не ставят. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой. Переносы слов в заголовках не допускаются. Не допускается писать заголовок параграфа на одном листе, а его текст – на другом.

В содержании работы наименования структурных элементов указываются с левого края страницы, при этом первая буква наименования является прописной (заглавной), остальные буквы являются строчными, например:

Введение

Технологический раздел

Заключение

Приложения

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ СОКРАЩЕНИЙ И АББРЕВИАТУР

Сокращение русских слов и словосочетаний допускается при условии соблюдения требований ГОСТ 7.12–93 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Сокращение слов на русском языке. Общие требования и правила».

В тексте письменной работы допускаются общепринятые сокращения и аббревиатуры, установленные правилами орфографии и соответствующими нормативными документами, например: год – г., годы – гг., и так далее – и т. д., метр – м, тысяча – тыс., миллион – млн, миллиард – млрд, триллион – трлн, страница – с., Российская Федерация – РФ, общество с ограниченной ответственностью – ООО.

При использовании авторской аббревиатуры необходимо при первом ее упоминании дать полную расшифровку, например: «... Уральский государственный горный университет (далее – УГГУ)...».

Не допускается использование сокращений и аббревиатур в заголовках письменной работы, глав и параграфов.

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ПЕРЕЧИСЛЕНИЙ

При необходимости в тексте работы могут быть приведены перечисления. Перед каждым элементом перечисления следует ставить дефис (иные маркеры не допустимы). Например:

«...заключение содержит:

- краткие выводы;
- оценку решений;
- разработку рекомендаций.»

При необходимости ссылки в тексте работы на один из элементов перечисления вместо дефиса ставятся строчные буквы в порядке русского алфавита, начиная с буквы а (за исключением букв ё, з, й, о, ч, ь, ы, ь). Для дальнейшей детализации перечислений необходимо использовать арабские цифры, после которых ставится скобка, а запись производится с абзацного отступа. Например:

- а) ...;
- б) ...;
- 1) ...;
- 2) ...;
- в) ...

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ РИСУНКОВ

В письменной работе для наглядности, уменьшения физического объема сплошного текста следует использовать иллюстрации – графики, схемы, диаграммы, чертежи, рисунки и фотографии. Все иллюстрации именуются рисунками. Их количество зависит от содержания работы и должно быть достаточно для того, чтобы придать ей ясность и конкретность.

На все рисунки должны быть даны ссылки в тексте работы, например: «... в соответствии с рисунком 2 ...» или «... тенденцию к снижению (рисунок 2)».

Рисунки следует располагать в работе непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые (при наличии достаточного пространства для помещения рисунка со всеми поясняющими данными), или на следующей странице. Если рисунок достаточно велик, его можно размещать на отдельном листе. Допускается поворот рисунка по часовой стрелке (если он выполнен на отдельном листе). Рисунки, размеры которых больше формата А4, учитывают, как одну страницу и помещают в приложении.

Рисунки, за исключением рисунков в приложениях, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией по всей работе. Каждый рисунок (схема, график, диаграмма) обозначается словом «Рисунок», должен иметь заголовок и подписываться следующим образом – посередине строки без абзацного отступа, например:



Рис. 1. Структура администрации организации

Если на рисунке отражены показатели, то после заголовка рисунка через запятую указывается единица измерения, например:

Рис. 1. Структура добычи, %

Рисунки каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения (например, рисунок А.3).

Если рисунок взят из первичного источника без авторской переработки, следует сделать ссылку, например:

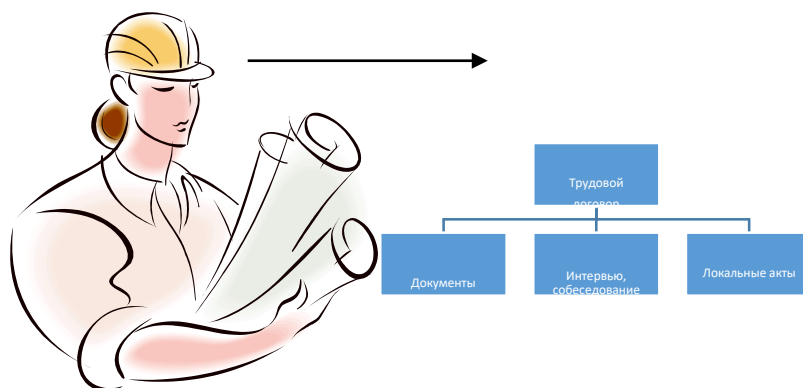


Рис. 1. Процесс заключения трудового договора [8, с. 46]

Если рисунок является авторской разработкой, необходимо после заголовка рисунка поставить знак сноски и указать в форме подстрочной сноски внизу страницы, на основании каких источников он составлен, например:

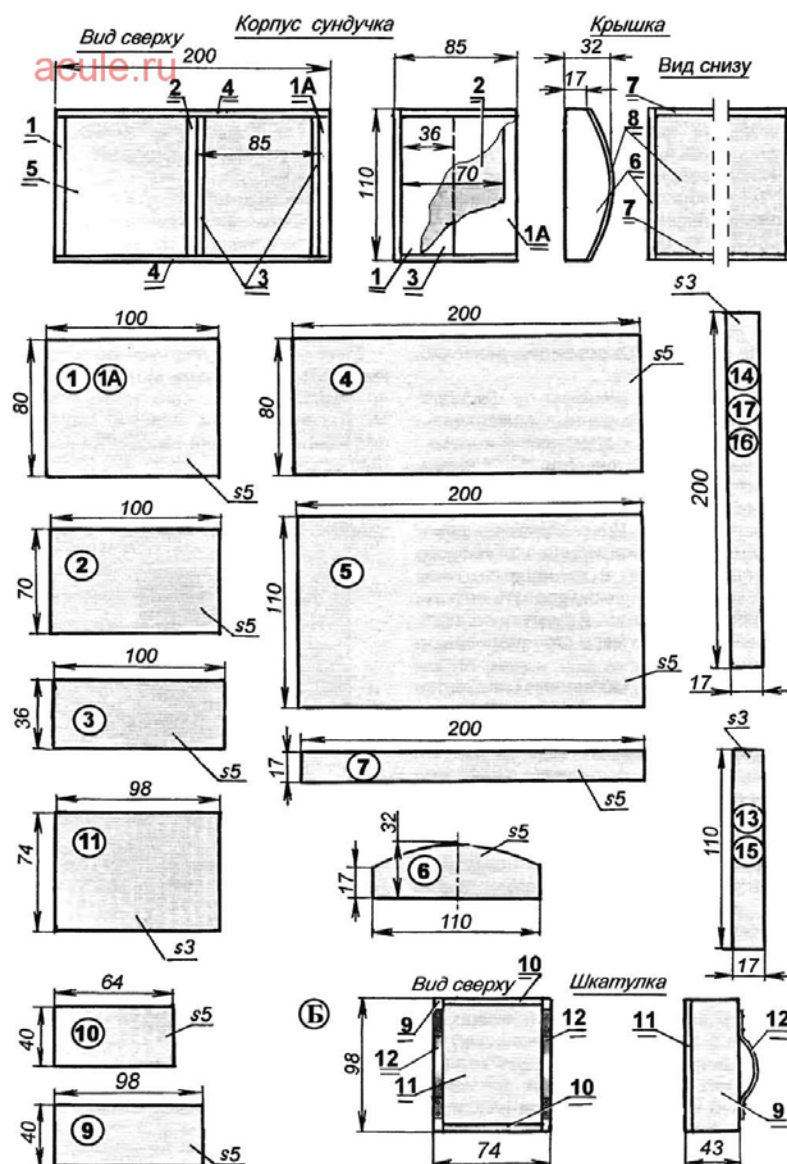


Рис. 2. шкатулка,.....¹

¹ Составлено автором

При необходимости между рисунком и его заголовком помещаются поясняющие данные (подрисовочный текст), например, легенда.

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ТАБЛИЦ

В письменной работе фактический материал в обобщенном и систематизированном виде может быть представлен в виде таблицы для наглядности и удобства сравнения показателей.

На все таблицы должны быть ссылки в работе. При ссылке следует писать слово «таблица» с указанием ее номера, например: «...в таблице 2 представлены ...» или «... характеризуется показателями (таблица 2)».

Таблицу следует располагать в работе непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице.

Таблицы, за исключением таблиц в приложениях, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией по всей работе. Каждая таблица должна иметь заголовок, который должен отражать ее содержание, быть точным, кратким. Заголовок таблицы следует помещать над таблицей слева, без абзацного отступа в одну строку с ее номером через тире, например:

Таблица 3

Технические требования к сырью

Наименование камня	Качественная характеристика сырья в бездефектной области камня	Минимальные размеры бездефектной области камня, мм	Сорт
Демантоид	Зеленый,	3*3*3	высший
	травяно-зеленый,	1,5*1,5*1,5	I
	светло-зеленый,	3*3*3	II
	золотисто-зеленый,	1,5*1,5*1,5	III
Пироп	табачный, шоколадный	3*3*3	IV
	красный, темно-красный, лилово-красный. Окраска равномерная интенсивная	5*5*5	I
	красный, темно-красный, лилово-красный. Окраска равномерная различной интенсивная	4*4*4	II

Если таблица взята из первичного источника без авторской переработки, следует сделать ссылку, например:

Таблица 2

Динамика основных показателей развития камнерезного искусства в России за 2015–2018 гг. [15, с. 35]

	2015	2016	2017	2018
Объем изделий, млрд. руб.				
.....				

Если таблица является авторской разработкой, необходимо после заголовка таблицы поставить знак сноски и указать в форме подстрочной сноски внизу страницы, на основании каких источников она составлена, например:

Количество оборудования¹

Вид оборудования	2016	2017
Бормашина	3	5
.....	3	7

Располагают таблицы на странице обычно вертикально. Помещенные на отдельной странице таблицы могут быть расположены горизонтально, причем графа с наименованиями показателей должна размещаться в левой части страницы. Слева, справа и снизу таблицы ограничивают линиями.

Таблицу с большим числом строк допускается переносить на другую страницу. При переносе части таблицы на другую страницу слово «Таблица» указывают один раз справа над первой частью таблицы. На странице, на которую перенесена часть таблицы, справа пишут «Продолжение таблицы» или «Окончание таблицы» с указанием номера таблицы и повторением шапки таблицы.

Если таблица переносится, то на странице, где помещена первая часть таблицы, нижняя ограничительная линия таблицы не проводится. Это же относится к странице (страницам), где помещено продолжение (продолжения) таблицы. Нижняя ограничительная линия таблицы проводится только на странице, где помещено окончание таблицы.

Заголовки граф и строк таблицы следует писать с прописной буквы в единственном числе, а подзаголовки граф – со строчной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной буквы, если они имеют самостоятельное значение. В конце заголовков и подзаголовков таблиц точки не ставят. Заголовки граф, как правило, записывают параллельно строкам таблицы. При необходимости допускается перпендикулярное расположение заголовков граф.

Примечания к таблице (подтабличные примечания) размещают непосредственно под таблицей в виде: а) общего примечания; б) сноски; в) отдельной графы или табличной строки с заголовком. Выделять примечание в отдельную графу или строку целесообразно лишь тогда, когда примечание относится к большинству строк или граф. Примечания к отдельным заголовкам граф или строк следует связывать с ними знаком сноски. Общее примечание ко всей таблице не связывают с ней знаком сноски, а помещают после заголовка «Примечание» или «Примечания», оформляют как внутритекстовое примечание.

Допускается применять размер шрифта в таблице меньший, чем в тексте работы, но не менее 10 pt.

Если все показатели, приведенные в графах таблицы, выражены в одной и той же единице измерения, то ее обозначение необходимо помещать над таблицей справа. Если показатели таблицы выражены в разных единицах измерения, то обозначение единицы измерения указывается после наименования показателя через запятую. Допускается при необходимости выносить в отдельную графу обозначения единиц измерения.

Текст, повторяющийся в строках одной и той же графы и состоящий из одиночных слов, чередующихся с цифрами, заменяют кавычками. Если повторяющийся текст состоит из двух или более слов, то при первом повторении его заменяют словами «То же», а далее – кавычками. Если предыдущая фраза является частью последующей, то допускается заменить ее словами «То же» и добавить дополнительные сведения. При наличии горизонтальных линий текст необходимо повторять. Если в ячейке таблицы приведен текст из нескольких предложений, то в последнем предложении точка не ставится.

¹ Составлено автором

Заменять кавычками повторяющиеся в таблице цифры, математические знаки, знаки процента и номера, обозначения нормативных материалов, марок материалов не допускается.

При отсутствии отдельных данных в таблице следует ставить прочерк (тире). Цифры в графах таблиц должны проставляться так, чтобы разряды чисел во всей графе были расположены один под другим, если они относятся к одному показателю. В одной графе должно быть соблюдено, как правило, одинаковое количество десятичных знаков для всех значений величин.

Если таблицы размещены в приложении, их нумерация имеет определенные особенности. Таблицы каждого приложения нумеруют отдельной нумерацией арабскими цифрами. При этом перед цифрой, обозначающей номер таблицы в приложении, ставится буква соответствующего приложения, например:

Таблица В.1.– Динамика показателей за 2016–2017 гг.

Если в документе одна таблица, то она должна быть обозначена «Таблица 1» или «Таблица В.1», если она приведена в приложении (допустим, В).

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ПРИМЕЧАНИЙ И ССЫЛОК

При необходимости пояснить содержание текста, таблицы или иллюстрации в работе следует помещать примечания. Их размещают непосредственно в конце страницы, таблицы, иллюстрации, к которым они относятся, и печатают с прописной буквы с абзацного отступа после слова «Примечание» или «Примечания». Если примечание одно, то после слова «Примечание» ставится тире и примечание печатается с прописной буквы. Одно примечание не нумеруют. Если их несколько, то после слова «Примечания» ставят двоеточие и каждое примечание печатают с прописной буквы с новой строки с абзацного отступа, нумеруя их по порядку арабскими цифрами.

Цитаты, а также все заимствования из печати данные (нормативы, цифры и др.) должны иметь библиографическую ссылку на первичный источник. Ссылка ставится непосредственно после того слова, числа, предложения, по которому дается пояснение, в квадратных скобках. В квадратных скобках указывается порядковый номер источника в соответствии со списком использованных источников и номер страницы, с которой взята информация, например: [4, с. 32]. Это значит, использован четвертый источник из списка литературы со страницы 32. Если дается свободный пересказ принципиальных положений тех или иных авторов, то достаточно указать в скобках после изложения заимствованных положений номер источника по списку использованной литературы без указания номера страницы.

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ СПИСКА ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Оформлению списка использованных источников, прилагаемого к отчету, следует уделять самое серьезное внимание.

Сведения об источниках приводятся в следующем порядке:

1) **книги, статьи, материалы конференций и семинаров.** Располагаются по алфавиту фамилии автора или названию, если книга печатается под редакцией. Например:

9. Трудовое право России [Текст]: учебник / Под ред. Л.А.Сыроватской. - М.: Юристъ, 2006. - 280 с.

10. Семенов, В.В. Философия: итог тысячелетий. Философская психология [Текст] / В.В. Семенов; Рос. акад. наук, Пушчин. науч. центр, Ин-т биофизики клетки, Акад. проблем сохранения жизни. - Пушино: ПНЦ РАН, 2000. - 64 с.

11. Черткова, Е.Л. Утопия как способ постижения социальной действительности [Электронный ресурс] / Е.Л. Черткова // Социемы: журнал Уральского гос. ун-та. - 2002. - N 8. – Режим доступа: <http://www2.usu.ru/philosoph/chertkova>.

2) **инструктивные материалы, методические рекомендации, реферативная информация, нормативно-справочные материалы.** Располагаются по алфавиту. Например:

13. Временные методические рекомендации по вопросам реструктуризации бюджетной сферы и повышения эффективности расходов региональных и местных бюджетов (Краткая концепция реструктуризации государственного и муниципального сектора и повышения эффективности бюджетных расходов на региональном и местном уровнях) [Текст]. - М.: ИЭПП, 2006. - 67 с.

14. Свердловская область в 1992-1996 годах [Текст]: Стат. сб. / Свердлов. обл. комитет гос. статистики Госкомстата РФ. - Екатеринбург, 1997. - 115 с.

3) **интернет-сайты.** Например:

21. Министерство финансов Российской Федерации: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.minfin.ru>

22. Российская книжная палата: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.bookchamber.ru>

В списке использованных источников применяется сквозная нумерация с применением арабского алфавита. Все объекты печатаются единым списком, группы объектов не выделяются, источники печатаются с абзацного отступа.

Объекты описания списка должны быть обозначены терминами в квадратных скобках²:

- [Видеозапись];
- [Мультимедиа];
- [Текст];
- [Электронный ресурс].

При занесении источников в список литературы следует придерживаться установленных правил их библиографического описания.

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ПРИЛОЖЕНИЙ

В приложения рекомендовано включать материалы, которые по каким-либо причинам не могут быть включены в основную часть: материалы, дополняющие работу; таблицы вспомогательных цифровых данных; инструкции, методики, описания алгоритмов и программ задач, иллюстрации вспомогательного характера; нормативные правовые акты, например, должностные инструкции. В приложения также включают иллюстрации, таблицы и распечатки, выполненные на листах формата А3.

Приложения оформляют как продолжение данного документа на последующих его листах после списка использованных источников.

Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ь, Ы, Ъ (ПРИЛОЖЕНИЕ А, ПРИЛОЖЕНИЕ Б, ПРИЛОЖЕНИЕ В и т.д.). Допускается обозначение приложений буквами латинского алфавита, за исключением букв I и O. В случае полного использования букв русского и латинского алфавитов допускается обозначать приложения арабскими цифрами.

Само слово «ПРИЛОЖЕНИЕ» пишется прописными (заглавными) буквами.

Если в работе одно приложение, оно обозначается «ПРИЛОЖЕНИЕ А».

Каждое приложение следует начинать с новой страницы. При этом слово «ПРИЛОЖЕНИЕ» и его буквенное обозначение пишутся с абзацного отступа.

Приложение должно иметь заголовок, который записывают на следующей строке после слова «ПРИЛОЖЕНИЕ» с абзацного отступа. Заголовок пишется с прописной буквы.

² Полный перечень см. в: Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления [Текст]: ГОСТ 7.1-2003.

В тексте работы на все приложения должны быть даны ссылки, например: «... в приложении Б...». Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте работы.

Текст каждого приложения, при необходимости, может быть разделен на разделы, подразделы, пункты, подпункты, которые нумеруют в пределах каждого приложения. Перед номером ставится обозначение этого приложения.

Приложения должны иметь общую с остальной частью документа сквозную нумерацию страниц.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Образец оформления титульного листа отчета по практике



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный горный университет»
(ФГБОУ ВО «УГГУ»)
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30



Кафедра Технологии и техники разведки МПИ

ОТЧЕТ **о прохождении ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ** **(ПРОЕКТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ)** **практики, ч. 2**

Направление: 29.03.04
*Технология художественной обработки
материалов*

Студент: Иванов А.А.
Группа: ТХО-25

Руководитель практики:
Кожевников А.В.

Оценка _____

Подпись _____

Екатеринбург
2025

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Образец оформления содержания отчета по учебной практике

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	3
1	Технологический раздел	5
1.1	Разработка эскиза	...
1.2	Подбор камнесамоцветного сырья	...
		...
2	Безопасность жизнедеятельности	
	Заключение	
	Приложения	

ПРИЛОЖЕНИЕ В



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Уральский государственный горный университет»
(ФГБОУ ВО «УГГУ»)

620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30

НАПРАВЛЕНИЕ НА ПРАКТИКУ

Студент _____
(фамилия, имя, отчество)

_____ курса факультета Геологии и геофизики

Направление 29.03.04 Технология художественной обработки материалов
направляется в _____

учебно-экспериментальную лабораторию камнерезного и ювелирного
творчества студентов кафедры ТТР МПИ
(наименование и адрес организации)

для прохождения технологической практики с _____ по _____

М.П.

Декан факультета _____

Руководитель практики от университета _____

тел. кафедры: 8(343) _____

ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ НА ПЕРИОД ПРАКТИКИ

Содержание индивидуального задания

Оценка выполнения индивидуального задания

График (план) прохождения практики

Период	Характеристика работы	Текущий контроль (выполнено/не выполнено)	Подпись руководителя практики от университета/ организации
1 день практики 01.07.2025	Проведение инструктажа в организации по технике безопасности и охране труда		
02.07.2025- 03.07.2025	Разработка дизайн-проекта		
...	...		
15.07.2025- 30.07.2025	Выполнение камнерезного изделия		

СОГЛАСОВАНО:

Подпись руководителя практики от университета _____

Подпись руководителя практики от организации _____

ХАРАКТЕРИСТИКА С МЕСТА ПРАКТИКИ СТУДЕНТА

(фамилия, имя, отчество)

Заключение организации о работе студента за период практики (технологические навыки, деловые качества, активность, дисциплина, участие в общественной работе организации)

This image shows a blank sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

Число пропущенных дней за время практики:

а) по уважительным причинам

б) по неуважительным причинам _____

« _____ » 20 ____ г.

Печать и подпись руководителя организации _____

И.О. Фамилия

Отзыв
об отчете о прохождении практики студента
(заполняется руководителем практики от университета)

1. Выводы (характеристика отчета в целом, соответствие объема, содержания отчета программе):

2. Недостатки отчета:

Оценка по результатам защиты:

Руководитель практики от университета

(подпись)

И.О. Фамилия

«__» _____ 20__ г.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ СТУДЕНТА НА ПРАКТИКЕ

Характеристика должна содержать указание на отношение студента к работе, оценку его теоретических знаний, умение применять теоретические знания на практике, степень выраженности необходимых личностных и профессиональных качеств, вывод руководителя практики от Организации о полноте выполнения индивидуального задания и отсутствии / наличии замечаний к прохождению практики студента

Характеристика студента с места практики описывает его профессиональную подготовку, теоретические знания, практические навыки и деловые качества, которые он проявил в период прохождения практики. Писать документ нужно в официальном стиле, при этом необходимо указать в характеристике следующие сведения:

- фамилия и инициалы обучающегося;
- обязанности обучающегося в период прохождения практики;
- профессиональные качества студента;
- особенности студента, проявленные при общении с трудовым коллективом;
- практические навыки, освоенные студентом;
- оценку, выставленную студенту по результатам прохождения практики].

Главная цель составления характеристики студента с места практики — описание его профессиональной подготовки, а также новых знаний и навыков, которые он приобрел в процессе практической деятельности в конкретной организации. Подробная характеристика позволит руководителю практики со стороны учебного заведения объективно оценить ее эффективность и поставить обучающемуся справедливую оценку.

Например

Иванов А.А. проходил практику в учебно-экспериментальной лаборатории камнерезного и ювелирного творчества кафедры ТТР МПИ УГГУ, практика была организована в соответствии с программой. В период прохождения практики Иванов А.А. зарекомендовала себя с положительной стороны, дисциплинированным практикантом, стремящимся к получению новых знаний, навыков и умений, нацелена на повышение своей будущей профессиональной квалификации.

В период практики Иванов А.А. ознакомился с технологией изготовления

Под руководством опытного специалиста, учебного мастера..... изучал, методические материалы по; получил навыки работы на камнерезном оборудовании,

К поручениям руководителя практики и выполняемой работе относилась добросовестно. Во время прохождения практики продемонстрировала знание теоретического материала, профессиональной терминологии...; умение применять теоретические знания на практике; продемонстрировала навыки проведения, умение найти.... и применить их; грамотно оформлял документацию.....

Индивидуальное задание выполнено в полном объеме, замечаний к прохождению практики нет.

Практика Иванова А.А. заслуживает положительной оценки.

Руководитель

_____ (подпись) _____ ФИО



МИНОБРНАУКИ РФ

ФГБОУ ВО

«Уральский государственный горный университет»

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой ТТР МПИ
Проф. С. Г. Фролов

ОЗНАКОМИТЕЛЬНАЯ ПРАКТИКА

**Методическое пособие
по самостоятельной работе и практические задания**

Екатеринбург, 2022

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ПРАКТИКИ

1.1. Цель практики

Основная цель **учебной ознакомительной практики** - закрепление теоретических и практических знаний; овладение на основе полученных теоретических знаний первичными профессиональными навыками и умениями. Развитие творческой активности инициативы студентов, их художественных потребностей и эстетического вкуса.

1.2. Задачи практики

Задачами **учебной ознакомительной практики** являются:

- выбор материалов для изготовления художественно-промышленной продукции;
- определение физико-химических, технологических и органолептических свойств выбранных материалов.

1.3. Результат освоения

Результатом освоения **учебной ознакомительной практики** является формирование у обучающихся следующих компетенций:

профессиональных:

- способен к творческому самовыражению при создании оригинальных и уникальных изделий (ПК-1.1).

Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	
ПК-1.1 способен к творческому самовыражению при создании оригинальных и уникальных изделий	ПК-1.1.1. Применяет принципы и законы композиции; средства композиционного формообразования и специальные выразительные средства; основные приемы творческой интерпретации оригинальных и уникальных изделий ПК-1.1.2. Использует художественные средства и формы для творческого самовыражения; разрабатывает проектную идею, основанную на концептуальном, творческом подходе к решению задачи; анализирует и интерпретировать законы художественного творчества для самовыражения и самореализации ПК-1.1.3. Реалистично, стилизованно и абстрактно изображает в различных графических материалах и техниках; подбирает проектный материал для передачи творческого художественного замысла; стилизует художественный образ для создания оригинальных и уникальных изделий	знать	- терминологический аппарат обеспечивающий понимание и специфику художественного образа; - принципы и законы композиции; средства композиционного формообразования и специальные выразительные средства; - основные приемы творческой интерпретации оригинальных и уникальных изделий;
		уметь	- использовать художественные средства и формы для творческого самовыражения. - разрабатывать проектную идею, основанную на концептуальном, творческом подходе к решению задачи; - анализировать и интерпретировать законы художественного творчества для самовыражения и самореализации.
		владеть	- навыками реалистичного, стилизованного и абстрактного изображения в различных графических материалах и техниках; - навыками организации проектного материала для передачи творческого художественного замысла; - знаниями стилистики и специфики художественного образа для создания оригинальных и уникальных изделий

2. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИКИ

№ п/п	№ недели	Разделы (этапы) практики и содержание, место прохождения практики	Трудоемкость (в часах) -учебная работа/самостоятельная работа		Формы контроля
			учебная	СР	
		<i>Подготовительный (организационный) этап</i>			
1	1	Организационное собрание, сбор и изучение рекомендуемой литературы, получение необходимых консультаций по организации и методике проведения работ со стороны руководителя практики от кафедры, УГГУ, кафедра ТТР МПИ, лаборатория камнерезного и ювелирного творчества студентов.	2		собеседование
		<i>Основной этап</i>			
2	1	Правила техники безопасности при работе на камнерезном оборудовании.	4		заполнение журнала по ТБ
3	1	Камнеобрабатывающее оборудование.	4		собеседование
4	1	Камнеобрабатывающий инструмент.	4		
5	1-4	Обучение приемам работы на камнеобрабатывающих станках.	196		отчет по практике
		<i>Итоговый (заключительный) этап</i>			
	4	Подготовка отчета о практике, защита отчета	6		Защита отчета по итогам прохождения практики
		Итого	216		

Общие рекомендации студентам по прохождению учебной ознакомительной практики:

Перед прохождением практики обучающийся должен изучить программу, представленную учебно-методическую документацию по практике и обратиться к соответствующим нормативным материалам, литературе с тем, чтобы быть подготовленным к выполнению определённых видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью, к решению задач практики, конкретных практических вопросов.

Учебная ознакомительная практика студентов УГГУ является составной частью основной профессиональной образовательной программы высшего образования, входит в Блок 2 «Практики» обязательная часть, и представляет собой одну из форм организации учебного процесса, заключающуюся в профессионально-практической подготовке обучающихся в университете и на базах практики.

В рамках самостоятельной работы обучающемуся рекомендуется проработать конспекты лекций, учебников и других горнотехнических изданий, технической документации горных предприятий. Контроль качества самостоятельной работы обучающихся производится при защите отчёта по практике.

При прохождении практики *обучающиеся обязаны:*

своевременно прибыть на место прохождения практики, иметь при себе все необходимые документы, в том числе паспорт, направление на практику (приложение 1);

подчиняться действующим правилам внутреннего трудового распорядка организации – места прохождения практики;

изучить и строго соблюдать правила охраны труда, техники безопасности, производственной санитарии и промышленной безопасности;

полностью выполнять задания, предусмотренные программой практики;

быть вежливым, внимательным в общении с работниками;

вести записи о проделанной работе, чтобы в дальнейшем в отчете описать содержание проделанной работы;

в установленный срок отчитаться о прохождении практики руководителю практики от кафедры, подготовить и сдать отчет и другие документы практики на кафедру.

При подготовке к практике и во время прохождения практики рекомендуется по возникшим вопросам обращаться к учебной литературе, методическим материалам.

При возникновении затруднений в процессе практики студент может обратиться к руководителю практики от университета и получить необходимые разъяснения.

Примерный план прохождения практики:

Задание	Отчетность
<i>Знакомство с основами будущей профессии</i>	
1. Ознакомиться с правилами на рабочих местах, технологическими операциями, пройти инструктаж по технике безопасности, инструктаж на рабочем месте.	В отчете раздел Безопасность жизнедеятельности.
<i>Формирование профессиональных компетенций (умений и навыков)</i>	
2. Подготовить эскиз, слепок из пластичных материалов изготавливаемого изделия	приложение к отчету.
3. Подобрать камнесамоцветное сырье, камнеобрабатывающее оборудование и инструмент. Назначить технологический процесс (технологическая карта).	В отчете Технологический раздел
4. Выполнить изделие по утвержденному эскизу и технологической карте и под наблюдением учебного мастера.	В отчете Технологический раздел, описание выполненных операций.

3. Технологические операции

Ниже представлены технологические операции производства типовых изделий, аналоги которых студенты изготовят на практических занятиях. Последовательность операций, их количество, а также используемые инструменты и оборудование могут изменяться в частном порядке при усложнении или упрощении изготавливаемого изделия.

Технологический процесс изготовления изделия состоит из ряда следующих основных операций:

- Разработка эскиза
- Подбор сырья
- Грубая обработка (Формообразование)
- Подгонка деталей между собой
- Временная склейка и разборка изделия
- Точная (тонкая) обработка
- Проработка изделия

- Шлифовка
- Полировка
- Сборка изделия

Разработка эскиза

Первым этапом производства изделия является разработка дизайна и эскиза. Для объёмных работ и работ сложных форм, необходимо создать модель изделия из пластилина. Для этого используют акварельные и гуашевые краски, карандаши, скульптурный пластилин, стеки, скальпель. После изготовления эскиза и слепка будущего изделия подбирается камнесамоцветное сырьё нужного цвета и размера.

Подбор сырья

Подбор сырья осуществляется согласно эскизу. При подборе сырья мастер должен учитывать следующие декоративные особенности камня:

- Цвет
- Наличие, отсутствие пятен и включений
- Трещиноватость

При подборе камнесамоцветного сырья, необходимо подбирать образцы максимально приближенные по форме и размеру к эскизным данным.

Грубая обработка

Эта операция выполняется на станах типа «СРК» используя алмазные отрезные круги (далее АОК) различных диаметров (400-200 мм.) и плоскошлифовальном станке со свободной подачей абразива.

Из образцов выбранного сырья, среднего размера вырезаются заготовки кубической формы, с припуском 3-2 мм. После, на заготовки наносится разметка, с припуском 2-1 мм. Заготовки снова опиливаются и обтачиваются до линии разметки.

ВАЖНО! После распиловки и при смене абразива изделие обязательно тщательно промывается, также необходимо смыть (стряхнуть) остатки абразива и осколков камня с рук и одежды. Эти действия необходимы во избежание появления царапин при последующей обработке.

Подгонка деталей

Если сувенир состоит из нескольких деталей, производится их подгонка (притирка) между собой. Грубая подгонка производится на станке ШИМ-1 с АОК (200 мм) и бормашине, грубыми борами (зерн. 125/100 и более). Мелкую (точную) подгонку делают вручную, используя искусственные абразивы Н10 и М28.

Временная склейка

Детали, подготовленные для склейки, предварительно нагрев техническим феном, склеивают, используя временную (легкоплавкую) мастику (китт пасту). Детали должны быть чистыми и обезжиренными. При склейке необходимо постоянно наблюдать за склеиваемой поверхностью во избежание перекоса и появления щелей между деталями.

Разборка изделия осуществляется путем нагрева изделия, до момента расплавления мастики. Изделие разбирается. Каждая деталь очищается от мастики, для этого используем скальпель и ацетон (ацетон растворяет временную мастику).

Для быстрой фиксации деталей сложных форм используют цианакрилат (суперклей), чтобы детали разъединить необходимо нагреть их до температуры 100⁰-150⁰ С, либо погрузить в ацетон до полного растворения клея.

Точная обработка

После того как изделие остыло и склеилось, необходимо уменьшить его размер, убирать лишние углы. При этом необходимо сверяться с эскизом (слепком), добиваясь максимального совпадения размеров и изгибов. Допускается припуск 0,1-0,3 мм, на местах стыков. Это делается для того чтобы не возникла разница размеров в месте стыка при дальнейшей обработке. Для этого используется станок ШМ-1 с АОК (200 мм) и бормашина с грубыми борами (зерн.100/80).

Проработка деталей

Операция представляет собой поддетальную обработку (проработку) мелких частей фигуры. Нанесение фактур, устранение дефектов.

Для выполнения этой операции используем Бормашину с набором боров различной зернистости, ШМ-1 с АОК (200 мм) абразивы Н10 М28.

Если изделие объёмное, изделие собирается на временную мастику. Далее бормашинной обрабатываем изделие до окончательного размера, в соответствии с эскизом. Применяя боры с мелким зерном и трубчатые сверла, наносим штрихи, имитирующие нужную нам фактуру. После обработки всех деталей, изделие вновь разбирается. Все детали очищаются от мастики.

Шлифовка

Для плоскостных изделий операция шлифовки выполняется на плоскошлифовальном станке с использованием абразива М28, на чугунной планшайбе.

Операция шлифовки объёмных деталей выполняется на станке ШМ-1 с использованием шлифовальных кругов и алмазных паст различной зернистости. Алмазные пасты в процессе шлифовки используются от более крупной к более мелкой. (от АСП1С0 до АСП 20).

Полировка

Для плоскостных изделий операция полировки выполняется на плоскошлифовальном станке с использованием окиси хрома, на войлочной планшайбе.

Операция полировки выполняется на станке ШМ-1 с использованием полировальных кругов и алмазных паст различной зернистости. Алмазные пасты в процессе полировки используются от более крупной к более мелкой. (от АСП 14 до АСП 1) Финишная полировка производится окисью хрома.

Сборка

Изделие тщательно моется и обезжиривается. После чего производится склейка изделия на клей на эпоксидной основе. Каждую деталь, прежде чем приклеить царапают наждаком для лучшей, более прочной связки. Излишек смолы убирается скальпелями и ацетоном. чистку лучше производить до момента полного затвердевания клея. В противном случае убрать затвердевшую смолу проблематично.

После остывания и чистки изделие тщательно моется щеткой с мылом

4. Задания для прохождения практики

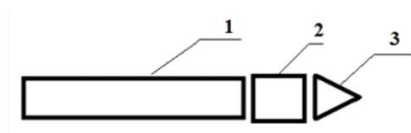
Технологические карты

Ниже представлены технологические карты производства типовых изделий, аналоги которых студенты изготовят на практических занятиях. Вся информация в данных технологических картах усреднена, и может изменяться в соответствии с качеством сырья, инструмента и личных навыков мастера.

Технологический процесс изготовления сувенира «Карандаш» из камня.

Операция	Оборудование и Инструменты	Время час.
Разработка эскиза	Карандаш, бумага, ластик, линейка, краски.	3,0
Подбор сырья	Вода губка	1,0
Разметка сырья на блоки	Маркер карандаш, линейка	0,5
Распиловка по разметке	Станок СРК-200, АОК диаметром 200 мм.	1,0
Обточка с припуском 0,1-0,3мм.	Плоскошлифовальный станок шлифпорошок №10	2,0
Придание восьмигранной формы детали №3	Плоскошлифовальный станок шлифпорошок №10	2,0
Шлифовка в размер	Плоскошлифовальный станок микропорошок М28	3,5
Склейка деталей №1 и №2	Печь эпоксидная смола ацетон	0,5
Склейка деталей №1-2 и №3	Печь эпоксидная смола ацетон	0,5
Придание конусообразной формы «пишущей части»	Плоскошлифовальный станок микропорошок М28	0,5
Снятие фасок	Плоскошлифовальный станок микропорошок М28	0,5
Полировка	Плоскошлифовальный станок	3,0
Мойка	Ацетон мыло вода щетки	0,5
ИТОГО (Средн.)		18,5

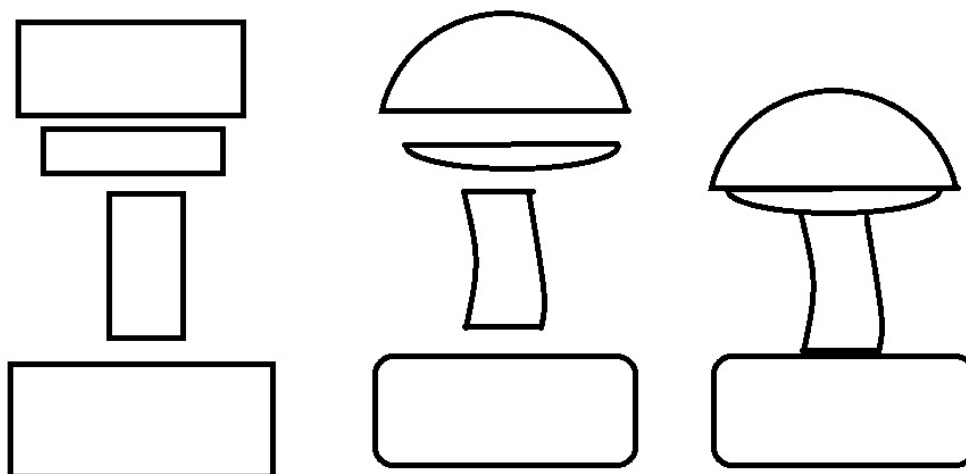
Пояснительная схема



Технологический процесс изготовления сувенира «Гриб» из камня

Операция	Оборудование и Инструменты	Время час.
Разработка эскиза	Карандаш, бумага, ластик, линейка, краски.	3,0
Подбор сырья	Вода губка	1,0
Разметка сырья на блоки	Маркер карандаш, линейка	1,5
Распиловка по разметке	Станок СРК-200, АОК диаметром 200 мм.	1,5
Формообразование в соответствии с эскизом с припуском 1-0,5мм	Станок ШМ-1, АОК диаметром 200 мм.	2,0
Формообразование в соответствии с эскизом с припуском 0,5-0,1мм	Станок ШМ-1, АОК диаметром 200 мм. Бормашина, боры с крупным зерном.	2,0
Подгонка деталей между собой (притирка)	Бормашина, боры различной зернистости, микропорошок М28, гуашь	3,5
Проработка фактур изделия	Бормашина Foredom, боры различной зернистости.	3,5
Шлифовка изделия	Плоскошлифовальный станок микропорошок М28, Станок ШМ-1, шлифовальные щетки, Бормашина, различные шлифовальники, алмазная паста 60\40, 40\28, 28\20	5,0
Полирование изделия	Плоскошлифовальный станок окись хрома, Станок ШМ-1, муслин, Бормашина, различные полировальники, алмазная паста 14\10, 7\5, 5\3, 1\0	3,0
Склейка деталей	Печь, эпоксидная смола, ацетон, фен технический, цианакрилат,	1,5
Чистка	ацетон, фен технический, нож, спица ватные диски и палочки.	1,0
Мойка	Ацетон мыло вода щетки	1,0
ИТОГО (Средн.)		29,5

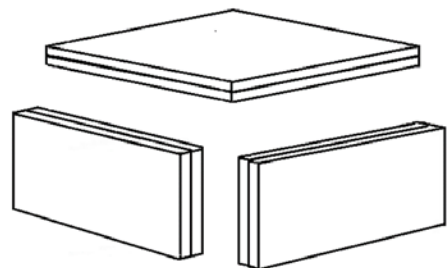
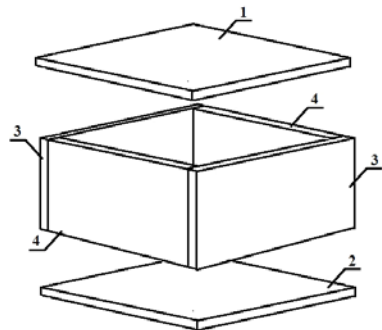
Пояснительная схема



Технологический процесс изготовления шкатулки из камня

Операция	Оборудование и Инструменты	Время час.
Разработка эскиза	Карандаш, бумага, ластик, линейка, краски.	2,0
Подбор сырья	Вода губка	3,0
Разметка сырья на блоки	Маркер карандаш, линейка	1,0
Распиловка по разметке	Станок СРК-200, АОК диаметром 200 мм.	2,0
Обточка с припуском 0,1-0,3мм.	Плоскошлифовальный станок шлифпорошок №10	2,0
Придание прямоугольной формы деталям	Плоскошлифовальный станок шлифпорошок №10	2,0
Шлифовка в размер	Плоскошлифовальный станок микропорошок M28	3,5
Временная склейка деталей попарно (№1 №2)	Печь, фен технический , китт паста, ацетон	0,5
Временная склейка деталей попарно №3	Печь, фен технический , китт паста, ацетон	0,5
Временная склейка деталей попарно №4	Печь, фен технический , китт паста, ацетон	0,5
Шлифовка в размер всех деталей попарно	Плоскошлифовальный станок микропорошок M28	2,0
Полировка всех внешних сторон попарно склеенных деталей	Плоскошлифовальный станок окись хрома	3,0
Разборка изделия	Технический фен, плита нож, ацетон	1,5
Склейка изделия полированными сторонами внутрь (кроме детали 1)	Печь, эпоксидная смола, ацетон, фен технический, цианакрилат,	1,0
Временная склейка деталей шкатулки и детали 1	Печь, фен технический , китт паста, ацетон	0,5
Шлифовка в размер изделия	Плоскошлифовальный станок микропорошок M28	2,0
Полирование изделия	Плоскошлифовальный станок окись хрома,	2,0
Разборка основного изделия и детали 1	Технический фен, плита нож, ацетон	0,5
Чистка изделия	ацетон, фен технический, нож, спица ватные диски и палочки	1,0
Мойка	Ацетон мыло вода щетки	0,5
ИТОГО (Средн.)		31,0

Пояснительная схема



5. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ПРАКТИКИ. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ПРАКТИКЕ

Текущий контроль и оценка результатов освоения **учебной ознакомительной практики** осуществляется руководителем практики в процессе проведения практики, выполнения практических работ, наблюдения за выполнением видов работ на практике и контроля качества их выполнения путем экспертной оценки деятельности обучающегося.

Промежуточная аттестация по **учебной ознакомительной практике** проводится в форме зачёта путём собеседования (ответов на вопросы) и оценки отчетной документации по практике.

Оценочные средства, используемые для промежуточной аттестации: вопросы, отчет по практике, характеристика с места практики, результат выполненных работ (портфолио).

Оценка изделия

Каждое изделие оценивается по ряду технических и художественных параметров.

Технические параметры:

- Качество подобранного сырья
- Качество склейки
- Качество подгонки
- Соосность, параллельность и перпендикулярность линий в изделиях
- Качество плоскостей изделия
- Наличие следов грубой механической обработки
- Соответствие схеме, чертежу, эскизу.
- Качество шлифовки
- Качество полировки.

Художественные параметры:

- Качество эскизов, моделей
- Цветовое решение изделия
- Композиционное решение изделия
- Актуальность темы изделия

6 ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И РЕСУРСОВ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИКИ

Учебная литература

№ п/п	Наименование	Кол-во экз.
1	Ю. А. Поленов, В. Н. Огородников. Художественная обработка камня. Методическое пособие. Часть 2. - Екатеринбург, УГТУ, 2012, - 128 с.	21
2	Ю. А. Поленов, В. Н. Огородников. Художественная обработка камня. Методическое пособие. Часть 4. - Екатеринбург, УГТУ, 2012, - 83 с.	21
3	Ермаков, М.П. Основы дизайна. Художественная обработка твердого и мягкого камня: учебное пособие / М.П. Ермаков. — Электрон. дан. — Ростов-на-Дону : Феникс, 2016. — 654 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/102282 . — Загл. с экрана.	Электронный ресурс
4	Дж. Синкенес. Руководство по обработке драгоценных и поделочных камней.: Пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 423с.	15

7 ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ОТЧЕТА ПО УЧЕБНОЙ ОЗНАКОМИТЕЛЬНОЙ ПРАКТИКЕ

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

Оформление отчета осуществляется в соответствии с требованиями государственных стандартов и университета.

Отчет выполняется печатным способом с использованием компьютера.

Каждая страница текста, включая иллюстрации и приложения, нумеруется арабскими цифрами, кроме титульного листа и содержания, по порядку без пропусков и повторений. Номера страниц проставляются, начиная с введения (третья страница), в центре нижней части листа без точки.

Текст работы следует печатать, соблюдая следующие размеры полей: правое – 10 мм, верхнее и нижнее – 20 мм, левое – 30 мм.

Рекомендуемым типом шрифта является Times New Roman, размер которого 14 pt (пунктов) (на рисунках и в таблицах допускается применение более мелкого размера шрифта, но не менее 10 pt).

Текст печатается через 1,5-ый интервал, красная строка – 1,25 см.

Цвет шрифта должен быть черным, необходимо соблюдать равномерную плотность, контрастность и четкость изображения по всей работе. Разрешается использовать компьютерные возможности акцентирования внимания на определенных терминах и формулах, применяя курсив, полужирный шрифт не применяется.

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ НАИМЕНОВАНИЙ И НУМЕРАЦИИ СТРУКТУРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ, ГЛАВ И ПАРАГРАФОВ

Отчет должен включать следующие структурные элементы: титульный лист, содержание, введение, основной текст, заключение, приложения (является дополнительным элементом). Основной текст может быть разделен на разделы и параграфы.

Каждый структурный элемент отчета (титульный лист, содержание, введение, заключение, приложение) и разделы необходимо начинать с новой страницы. Следующий параграф внутри одного раздела начинается через 2 межстрочных интервала на том же листе, где закончился предыдущий.

Расстояние между заголовком структурного элемента и текстом, заголовками главы и параграфа, заголовком параграфа и текстом составляет 2 межстрочных интервала.

Наименования структурных элементов письменной работы («СОДЕРЖАНИЕ», «ВВЕДЕНИЕ», «ЗАКЛЮЧЕНИЕ», «ПРИЛОЖЕНИЕ») служат заголовками структурных элементов. Данные наименования пишутся по центру страницы без точки в конце прописными (заглавными) буквами, не подчеркивая.

Разделы, параграфы должны иметь заголовки. Их следует нумеровать арабскими цифрами и записывать по центру страницы прописными (заглавными) буквами без точки в конце, не подчеркивая. Номер раздела указывается цифрой (например, 1, 2, 3), номер параграфа включает номер раздела и порядковый номер параграфа, разделенные точкой (например, 1.1, 2.1, 3.3). После номера раздела и параграфа в тексте точку не ставят. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой. Переносы слов в заголовках не допускаются. Не допускается писать заголовок параграфа на одном листе, а его текст – на другом.

В содержании работы наименования структурных элементов указываются с левого края страницы, при этом первая буква наименования является прописной (заглавной), остальные буквы являются строчными, например:

Введение
Технологический раздел
Заключение
Приложения

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ СОКРАЩЕНИЙ И АББРЕВИАТУР

Сокращение русских слов и словосочетаний допускается при условии соблюдения требований ГОСТ 7.12–93 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Сокращение слов на русском языке. Общие требования и правила».

В тексте письменной работы допускаются общепринятые сокращения и аббревиатуры, установленные правилами орфографии и соответствующими нормативными документами, например: год – г., годы – гг., и так далее – и т. д., метр – м, тысяч – тыс., миллион – млн, миллиард – млрд, триллион – трлн, страница – с., Российская Федерация – РФ, общество с ограниченной ответственностью – ООО.

При использовании авторской аббревиатуры необходимо при первом ее упоминании дать полную расшифровку, например: «... Уральский государственный горный университет (далее – УГГУ)...».

Не допускается использование сокращений и аббревиатур в заголовках письменной работы, глав и параграфов.

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ПЕРЕЧИСЛЕНИЙ

При необходимости в тексте работы могут быть приведены перечисления. Перед каждым элементом перечисления следует ставить дефис (иные маркеры не допустимы). Например:

«...закключение содержит:
- краткие выводы;
- оценку решений;
- разработку рекомендаций.»

При необходимости ссылки в тексте работы на один из элементов перечисления вместо дефиса ставятся строчные буквы в порядке русского алфавита, начиная с буквы а (за исключением букв ё, з, й, о, ч, ь, ы, ь). Для дальнейшей детализации перечислений необходимо использовать арабские цифры, после которых ставится скобка, а запись производится с абзацного отступа. Например:

а) ...;
б) ...;
1) ...;
2) ...;
в) ...

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ РИСУНКОВ

В письменной работе для наглядности, уменьшения физического объема сплошного текста следует использовать иллюстрации – графики, схемы, диаграммы, чертежи, рисунки и фотографии. Все иллюстрации именуются рисунками. Их количество зависит от содержания работы и должно быть достаточно для того, чтобы придать ей ясность и конкретность.

На все рисунки должны быть даны ссылки в тексте работы, например: «... в соответствии с рис. 2 ...» или «... тенденцию к снижению (рис. 2)».

Рисунки следует располагать в работе непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые (при наличии достаточного пространства для помещения рисунка со всеми поясняющими данными), или на следующей странице. Если рисунок достаточно велик, его можно размещать на отдельном листе. Допускается поворот рисунка по часовой стрелке (если он выполнен на отдельном листе). Рисунки, размеры которых больше формата А4, учитывают, как одну страницу и помещают в приложении.

Рисунки, за исключением рисунков в приложениях, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией по всей работе. Каждый рисунок (схема, график, диаграмма) обозначается словом «Рисунок», должен иметь заголовок и подписываться следующим образом – посередине строки без абзацного отступа, например:



Рис. 1. Структура администрации организации

Если на рисунке отражены показатели, то после заголовка рисунка через запятую указывается единица измерения, например: Рис. 1. Структура добычи, %

Рисунки каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения (например, рисунок А.3).

Если рисунок взят из первичного источника без авторской переработки, следует сделать ссылку, например:

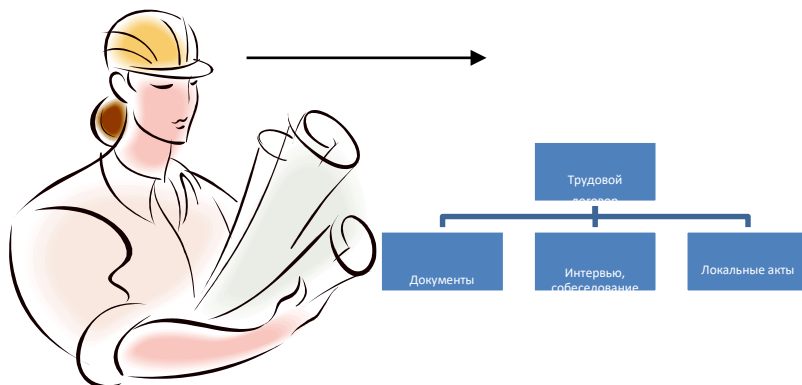


Рис. 1. Процесс заключения трудового договора [8, с. 46]

Technical drawing of a wooden box (сундучка) showing top, side, and bottom views with dimensions and part numbers.

Вид сверху (Top View): Dimensions: 200 (width), 85 (inner width), 110 (height), 36 (inner height), 70 (inner height). Part numbers: 1, 2, 4, 1A, 3, 5.

Корпус сундучка (Box Body): Dimensions: 200 (width), 80 (height), 110 (height), 17 (thickness). Part numbers: 1, 2, 4, 5, 1A, 3, 5.

Крышка (Lid): Dimensions: 32 (width), 17 (thickness). Part numbers: 6, 7, 8.

Вид снизу (Bottom View): Dimensions: 200 (width), 80 (height), 110 (height), 17 (thickness). Part numbers: 1, 2, 4, 5, 1A, 3, 5.

Сторона (Side View): Dimensions: 100 (width), 80 (height), 70 (height), 36 (height), 98 (width), 74 (height), 64 (width), 40 (height), 98 (width), 40 (height). Part numbers: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17.

Шкатулка (Casket): Dimensions: 98 (width), 40 (height), 74 (width), 43 (width). Part numbers: 9, 10, 11, 12.

¹ Составлено автором по: [15, 23, 42].

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ТАБЛИЦ

В письменной работе фактический материал в обобщенном и систематизированном виде может быть представлен в виде таблицы для наглядности и удобства сравнения показателей.

На все таблицы должны быть ссылки в работе. При ссылке следует писать слово «таблица» с указанием ее номера, например: «...в таблице 2 представлены ...» или «... характеризуется показателями (таблица 2)».

Таблицу следует располагать в работе непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице.

Таблицы, за исключением таблиц в приложениях, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией по всей работе. Каждая таблица должна иметь заголовок, который должен отражать ее содержание, быть точным, кратким. Заголовок таблицы следует помещать над таблицей слева, без абзацного отступа в одну строку с ее номером через тире, например:

Таблица 3

Технические требования к сырью

Наименование камня	Качественная характеристика сырья в бездефектной области камня	Минимальные размеры бездефектной области камня, мм	Сорт
Демантоид	Зеленый, травяно-зеленый, светло-зеленый, золотисто-зеленый, табачный, шоколадный	3*3*3	высший
		1,5*1,5*1,5	I
		3*3*3	II
		1,5*1,5*1,5	III
Пироп	красный, темно-красный, лилово-красный. Окраска равномерная интенсивная красный, темно-красный, лилово-красный. Окраска равномерная различной интенсивная	3*3*3	IV
		5*5*5	I
		4*4*4	II

Если таблица взята из первичного источника без авторской переработки, следует сделать ссылку, например:

Таблица 2

Динамика основных показателей развития камнерезного искусства в России за 2015–2018 гг. [15, с. 35]

	2015	2016	2017	2018
Объем изделий, млрд. руб.				
.....				

Если таблица является авторской разработкой, необходимо после заголовка таблицы поставить знак сноски и указать в форме подстрочной сноски внизу страницы, на основании каких источников она составлена, например:

Таблица 3

Количество оборудования¹

Вид оборудования	2016	2017
Бормашина	3	5
.....	3	7

¹ Составлено автором по: [2, 7, 10]

Располагают таблицы на странице обычно вертикально. Помещенные на отдельной странице таблицы могут быть расположены горизонтально, причем графа с наименованиями показателей должна размещаться в левой части страницы. Слева, справа и снизу таблицы ограничивают линиями.

Таблицу с большим числом строк допускается переносить на другую страницу. При переносе части таблицы на другую страницу слово «Таблица» указывают один раз справа над первой частью таблицы. На странице, на которую перенесена часть таблицы, справа пишут «Продолжение таблицы» или «Окончание таблицы» с указанием номера таблицы и повторением шапки таблицы.

Если таблица переносится, то на странице, где помещена первая часть таблицы, нижняя ограничительная линия таблицы не проводится. Это же относится к странице (страницам), где помещено продолжение (продолжения) таблицы. Нижняя ограничительная линия таблицы проводится только на странице, где помещено окончание таблицы.

Заголовки граф и строк таблицы следует писать с прописной буквы в единственном числе, а подзаголовки граф – со строчной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной буквы, если они имеют самостоятельное значение. В конце заголовков и подзаголовков таблиц точки не ставят. Заголовки граф, как правило, записывают параллельно строкам таблицы. При необходимости допускается перпендикулярное расположение заголовков граф.

Примечания к таблице (подтабличные примечания) размещают непосредственно под таблицей в виде: а) общего примечания; б) сноски; в) отдельной графы или табличной строки с заголовком. Выделять примечание в отдельную графу или строку целесообразно лишь тогда, когда примечание относится к большинству строк или граф. Примечания к отдельным заголовкам граф или строк следует связывать с ними знаком сноски. Общее примечание ко всей таблице не связывают с ней знаком сноски, а помещают после заголовка «Примечание» или «Примечания», оформляют как внутритекстовое примечание.

Допускается применять размер шрифта в таблице меньший, чем в тексте работы, но не менее 10 pt.

Если все показатели, приведенные в графах таблицы, выражены в одной и той же единице измерения, то ее обозначение необходимо помещать над таблицей справа. Если показатели таблицы выражены в разных единицах измерения, то обозначение единицы измерения указывается после наименования показателя через запятую. Допускается при необходимости выносить в отдельную графу обозначения единиц измерения.

Текст, повторяющийся в строках одной и той же графы и состоящий из одиночных слов, чередующихся с цифрами, заменяют кавычками. Если повторяющийся текст состоит из двух или более слов, то при первом повторении его заменяют словами «То же», а далее – кавычками. Если предыдущая фраза является частью последующей, то допускается заменить ее словами «То же» и добавить дополнительные сведения. При наличии горизонтальных линий текст необходимо повторять. Если в ячейке таблицы приведен текст из нескольких предложений, то в последнем предложении точка не ставится.

Заменять кавычками повторяющиеся в таблице цифры, математические знаки, знаки процента и номера, обозначения нормативных материалов, марок материалов не допускается.

При отсутствии отдельных данных в таблице следует ставить прочерк (тире). Цифры в графах таблиц должны проставляться так, чтобы разряды чисел во всей графе были расположены один под другим, если они относятся к одному показателю. В одной графе должно быть соблюдено, как правило, одинаковое количество десятичных знаков для всех значений величин.

Если таблицы размещены в приложении, их нумерация имеет определенные особенности. Таблицы каждого приложения нумеруют отдельной нумерацией арабскими цифрами. При этом перед цифрой, обозначающей номер таблицы в приложении, ставится буква соответствующего приложения, например:

Таблица В.1. Динамика показателей за 2016–2017 гг.

Если в документе одна таблица, то она должна быть обозначена «Таблица 1» или «Таблица В.1», если она приведена в приложении (допустим, В).

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ПРИМЕЧАНИЙ И ССЫЛОК

При необходимости пояснить содержание текста, таблицы или иллюстрации в работе следует помещать примечания. Их размещают непосредственно в конце страницы, таблицы, иллюстрации, к которым они относятся, и печатают с прописной буквы с абзачного отступа после слова «Примечание» или «Примечания». Если примечание одно, то после слова «Примечание» ставится тире и примечание печатается с прописной буквы. Одно примечание не нумеруют. Если их несколько, то после слова «Примечания» ставят двоеточие и каждое примечание печатают с прописной буквы с новой строки с абзачного отступа, нумеруя их по порядку арабскими цифрами.

Цитаты, а также все заимствования из печати данные (нормативы, цифры и др.) должны иметь библиографическую ссылку на первичный источник. Ссылка ставится непосредственно после того слова, числа, предложения, по которому дается пояснение, в квадратных скобках. В квадратных скобках указывается порядковый номер источника в соответствии со списком использованных источников и номер страницы, с которой взята информация, например: [4, с. 32]. Это значит, использован четвертый источник из списка литературы со страницы 32. Если дается свободный пересказ принципиальных положений тех или иных авторов, то достаточно указать в скобках после изложения заимствованных положений номер источника по списку использованной литературы без указания номера страницы.

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ СПИСКА ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Оформлению списка использованных источников, прилагаемого к отчету, следует уделять самое серьезное внимание.

Сведения об источниках приводятся в следующем порядке:

1) книги, статьи, материалы конференций и семинаров. Располагаются по алфавиту фамилии автора или названию, если книга печатается под редакцией. Например:

1. Трудовое право России [Текст]: учебник / Под ред. Л.А.Сыроватской. - М.: Юристъ, 2006. - 280 с.

2. Семенов, В.В. Философия: итог тысячелетий. Философская психология [Текст] / В.В. Семенов; Рос. акад. наук, Пущин. науч. центр, Ин-т биофизики клетки, Акад. проблем сохранения жизни. - Пущино: ПНЦ РАН, 2000. - 64 с.

3. Черткова, Е.Л. Утопия как способ постижения социальной действительности [Электронный ресурс] / Е.Л. Черткова // Социемы: журнал Уральского гос. ун-та. - 2002. - N 8. – Режим доступа: [http://www2/usu.ru/philosoph/chertkova](http://www2.usu.ru/philosoph/chertkova).

2) **инструктивные материалы, методические рекомендации, реферативная информация, нормативно-справочные материалы.** Располагаются по алфавиту. Например:

1. Временные методические рекомендации по вопросам реструктуризации бюджетной сферы и повышения эффективности расходов региональных и местных бюджетов (Краткая концепция реструктуризации государственного и муниципального сектора и повышения эффективности бюджетных расходов на региональном и местном уровнях) [Текст]. - М.: ИЭПП, 2006. - 67 с.

2. Свердловская область в 1992-1996 годах [Текст]: Стат. сб. / Свердл. обл. комитет гос. статистики Госкомстата РФ. - Екатеринбург, 1997. - 115 с.

3) **интернет-сайты.** Например:

1. Министерство финансов Российской Федерации: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.minfin.ru>

2. Российская книжная палата: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.bookchamber.ru>

В списке использованных источников применяется сквозная нумерация с применением арабского алфавита. Все объекты печатаются единым списком, группы объектов не выделяются, источники печатаются с абзацного отступа.

Объекты описания списка должны быть обозначены терминами в квадратных скобках²:

- [Видеозапись];
- [Мультимедиа];
- [Текст];
- [Электронный ресурс].

При занесении источников в список литературы следует придерживаться установленных правил их библиографического описания.

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ПРИЛОЖЕНИЙ

В приложения рекомендовано включать материалы, которые по каким-либо причинам не могут быть включены в основную часть: материалы, дополняющие работу; таблицы вспомогательных цифровых данных; инструкции, методики, описания алгоритмов и программ задач, иллюстрации вспомогательного характера; нормативные правовые акты, например, должностные инструкции. В приложения также включают иллюстрации, таблицы и распечатки, выполненные на листах формата А3.

Приложения оформляют как продолжение данного документа на последующих его листах после списка использованных источников.

Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ь, Ы, Ъ (ПРИЛОЖЕНИЕ А, ПРИЛОЖЕНИЕ Б, ПРИЛОЖЕНИЕ В и т.д.). Допускается обозначение приложений буквами латинского алфавита, за исключением букв I и O. В случае полного использования букв русского и латинского алфавитов допускается обозначать приложения арабскими цифрами.

Само слово «ПРИЛОЖЕНИЕ» пишется прописными (заглавными) буквами.

² Полный перечень см. в: Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления [Текст]: ГОСТ 7.1-2003.

Если в работе одно приложение, оно обозначается «ПРИЛОЖЕНИЕ А».

Каждое приложение следует начинать с новой страницы. При этом слово «ПРИЛОЖЕНИЕ» и его буквенное обозначение пишутся с абзачного отступа.

Приложение должно иметь заголовок, который записывают на следующей строке после слова «ПРИЛОЖЕНИЕ» с абзачного отступа. Заголовок пишется с прописной буквы.

В тексте работы на все приложения должны быть даны ссылки, например: «... в приложении Б...». Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте работы.

Текст каждого приложения, при необходимости, может быть разделен на разделы, подразделы, пункты, подпункты, которые нумеруют в пределах каждого приложения. Перед номером ставится обозначение этого приложения.

Приложения должны иметь общую с остальной частью документа сквозную нумерацию страниц.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Образец оформления титульного листа отчета по практике



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный горный университет»
(ФГБОУ ВО «УГГУ»)
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30



Кафедра Технологии и техники разведки МПИ

ОТЧЕТ о прохождении ОЗНАКОМИТЕЛЬНОЙ практики

Направление: 29.03.04

*Технология художественной обработки
материалов*

Студент: Иванов А.А.

Группа: ТХО-25

Руководитель практики:

Зиналиев А.В.

Оценка _____

Подпись _____

Екатеринбург
2025

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Образец оформления содержания отчета по учебной практике

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	3
1	Технологический раздел	5
1.1	Разработка эскиза	...
1.2	Подбор камнесамоцветного сырья	...
		...
2	Безопасность жизнедеятельности	
	Заключение	
	Приложения	



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Уральский государственный горный университет»
(ФГБОУ ВО «УГГУ»)

620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30

НАПРАВЛЕНИЕ НА ПРАКТИКУ

Студент _____
(фамилия, имя, отчество)

____ курса факультета Геологии и геофизики

Направление 29.03.04 Технология художественной обработки материалов
направляется в

учебно-экспериментальную лабораторию камнерезного и
ювелирного творчества студентов кафедры ТТР
МПИ

(наименование и адрес организации)

для прохождения технологической практики с _____ по _____

М.П.

Декан факультета _____

Руководитель практики от университета _____

тел. кафедры: 8(343) _____

ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ НА ПЕРИОД ПРАКТИКИ

Содержание индивидуального задания

Оценка выполнения индивидуального задания _____

График (план) прохождения практики

Период	Характеристика работы	Текущий контроль (выполнено/не выполнено)	Подпись руководителя практики от университета/ организации
1 день практики 01.07.2025	Проведение инструктажа в организации по технике безопасности и охране труда		
02.07.2025- 03.07.2025	Разработка дизайн-проекта		
...	...		
15.07.2025- 30.07.2025	Выполнение камнерезного изделия		

СОГЛАСОВАНО:

Подпись руководителя практики от университета _____

Подпись руководителя практики от организации _____

ХАРАКТЕРИСТИКА С МЕСТА ПРАКТИКИ СТУДЕНТА

(фамилия, имя, отчество)

Заключение организации о работе студента за период практики (технологические навыки, деловые качества, активность, дисциплина, участие в общественной работе организации)

This image shows a blank sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

Число пропущенных дней за время практики:

а) по уважительным причинам _____

б) по неуважительным причинам _____

« » 20 ____ г.

Печать и подпись руководителя организации

И.О. Фамилия

Отзыв
об отчете о прохождении практики студента
(заполняется руководителем практики от университета)

1. Выводы (характеристика отчета в целом, соответствие объема, содержания отчета программе):

2. Недостатки отчета:

Оценка по результатам защиты:

Руководитель практики от университета
Фамилия

И.О.

(подпись)

«___» _____ 20__ г.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ СТУДЕНТА НА ПРАКТИКЕ

Характеристика должна содержать указание на отношение студента к работе, оценку его теоретических знаний, умение применять теоретические знания на практике, степень выраженности необходимых личностных и профессиональных качеств, вывод руководителя практики от Организации о полноте выполнения индивидуального задания и отсутствии / наличии замечаний к прохождению практики студента

Характеристика студента с места практики описывает его профессиональную подготовку, теоретические знания, практические навыки и деловые качества, которые он проявил в период прохождения практики. Писать документ нужно в официальном стиле, при этом необходимо указать в характеристике следующие сведения:

- фамилия и инициалы обучающегося;
- обязанности обучающегося в период прохождения практики;
- профессиональные качества студента;
- особенности студента, проявленные при общении с трудовым коллективом;
- практические навыки, освоенные студентом;
- оценку, выставленную студенту по результатам прохождения практики].

Главная цель составления характеристики студента с места практики — описание его профессиональной подготовки, а также новых знаний и навыков, которые он приобрел в процессе практической деятельности в конкретной организации. Подробная характеристика позволит руководителю практики со стороны учебного заведения объективно оценить ее эффективность и поставить обучающемуся справедливую оценку.

Например

Иванов А.А. проходил практику в учебно-экспериментальной лаборатории камнерезного и ювелирного творчества кафедры ТТР МПИ УГГУ, практика была организована в соответствии с программой. В период прохождения практики Иванов А.А. зарекомендовала себя с положительной стороны, дисциплинированным практикантом, стремящимся к получению новых знаний, навыков и умений, нацелена на повышение своей будущей профессиональной квалификации.

В период практики Иванов А.А. ознакомился с технологией изготовления

Под руководством опытного специалиста, учебного мастера..... изучал, методические материалы по; получил навыки работы на камнерезном оборудовании,

К поручениям руководителя практики и выполняемой работе относилась добросовестно. Во время прохождения практики продемонстрировала знание теоретического материала, профессиональной терминологии...; умение применять теоретические знания на практике; продемонстрировала навыки проведения, умение найти.... и применить их; грамотно оформлял документацию.....

Индивидуальное задание выполнено в полном объеме, замечаний к прохождению практики нет.

Практика Иванова А.А. заслуживает положительной оценки.

Руководитель

_____ (подпись) _____ ФИО



МИНОБРНАУКИ РФ

ФГБОУ ВО

«Уральский государственный горный университет»

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой ТТР МПИ
Проф. С. Г. Фролов

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ
(ПРОЕКТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ)
ПРАКТИКА**

**Методическое пособие
по самостоятельной работе и практические задания**

Екатеринбург, 2018

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ПРАКТИКИ

1.1. Цель практики

Основная цель Учебной технологической (проектно-технологической) практики – закрепление теоретических и практических знаний; овладение на основе полученных теоретических знаний первичными профессиональными навыками и умениями; сбор материалов для самостоятельного технологического проектирования производственного процесса по профилю соответствующей направленности обучения, и приобретение студентами профессиональных навыков рабочих профессий камнереза и шлифовщика-полировщика; формирование умения приемов ручной и механической обработки камня; методам обработки камня; выбирать оборудование, инструмент, сырье, технологические схемы.

1.2. Задачи практики

Задачами Учебной технологической (проектно-технологической) практики являются:

- практическое закрепление теоретических знаний, полученных в период обучения;
- получение студентами сведений о будущей профессиональной деятельности;
- воспитание творческого воображения;
- приобретение практических навыков самостоятельной работы рабочего;
- изучение и усвоение технологии изготовления изделий из камня;
- изучение организации труда;
- сбор материалов для написания отчета.

1.3. Результат освоения

Результатом освоения Учебная технологическая (проектно-технологическая) практика является формирование у обучающихся следующих компетенций:

общепрофессиональные

- способен проводить измерения параметров структуры, свойств художественных материалов, художественно-промышленных объектов и технологических процессов их изготовления (ОПК-3);
- способен реализовывать технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии (ОПК-5);
- способен использовать техническую документацию в процессе производства художественных материалов, создании и реставрации художественно-промышленных объектов и их реставрации (ОПК-6);

профессиональные

- способен анализировать качество сырья и материалов, полуфабрикатов и комплектующих изделий (ПК -2).

Компетенция	Код по ФГОС	Результаты обучения	
способен проводить измерения параметров структуры, свойств	ОПК-3	<i>знать</i>	- терминологический аппарат обеспечивающий понимание и специфику художественного образа; - принципы и законы композиции; средства композиционного формообразования и специальные выразительные средства;

художественных материалов, художественно-промышленных объектов и технологических процессов их изготовления			- основные приемы творческой интерпретации оригинальных и уникальных изделий;
		<i>уметь</i>	- использовать художественные средства и формы для творческого самовыражения. - разрабатывать проектную идею, основанную на концептуальном, творческом подходе к решению задачи; - анализировать и интерпретировать законы художественного творчества для самовыражения и самореализации.
		<i>владеть</i>	- навыками реалистичного, стилизованного и абстрактного изображения в различных графических материалах и техниках; - навыками организации проектного материала для передачи творческого художественного замысла; - знаниями стилистики и специфики художественного образа для создания оригинальных и уникальных изделий
способен реализовывать технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии	ОПК-5	<i>знать</i>	- основные техносферные опасности, их свойства и характеристики; - характер воздействия вредных и опасных факторов на человека и природную среду, методы защиты от них применительно к сфере своей профессиональной деятельности.
		<i>уметь</i>	- применять методы и средства защиты производственного персонала; - проводить контроль параметров и уровня негативных воздействий в технологических процессах; - разрабатывать мероприятия по повышению безопасности и экологичности производственной деятельности.
		<i>владеть</i>	- методами оценки уровня эффективности и безопасности применяемых технологических средств и технологий.
способен использовать техническую документацию в процессе производства художественных материалов, создании и реставрации художественно-промышленных объектов и их реставрации	ОПК-6	<i>знать</i>	- основы технологии художественных и художественно-промышленных изделий и способы их реставрации; - основные виды технической и нормативной документации и принципы работы с ней;
		<i>уметь</i>	- разрабатывать техническую документацию для производства материалов, изготовления и реставрации художественно-промышленных изделий;
		<i>владеть</i>	- навыками составления и использования технической документации в своей профессиональной деятельности.
способен анализировать качество сырья и материалов, полуфабрикатов и комплектующих изделий	ПК - 1.2	<i>знать</i>	- методики измерения и контроля характеристик материалов, заготовок и комплектующих изделий; - методики статистической обработки результатов измерений и контроля;
		<i>уметь</i>	- оценивать влияние качества материалов, сырья, полуфабрикатов на качество готовой продукции; - выполнять статистическую обработку результатов контроля и измерений
		<i>владеть</i>	- учет и систематизация данных о фактическом уровне качества поступающих материалов, сырья, полуфабрикатов и комплектующих изделий.

2. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИКИ

№ п / п	№ недел и	Разделы (этапы) практики и содержание, место прохождения практики	Трудоемкость (в часах) - учебная работа/ самостоятельная работа		Формы контроля
			учебна я	СР	
		<i>Подготовительный (организационный) этап</i>			
1	1	Организационное собрание, сбор и изучение рекомендуемой литературы, получение необходимых консультаций по организации и методике проведения работ со стороны руководителя практики от кафедры, УГГУ, кафедра ТТР МПИ, лаборатория камнерезного и ювелирного творчества студентов.	2		собеседование
		<i>Основной этап</i>			
2	1	Правила техники безопасности при работе на камнерезном оборудовании.	10		заполнение журнала по ТБ
3	1	Камнеобрабатывающее оборудование.	12		собеседование
4	1	Камнеобрабатывающий инструмент.	12		
5	2-8	Обучение приемам работы на камнеобрабатывающих станках.	386		отчет по практике
		<i>Итоговый (заключительный) этап</i>			
	8	Подготовка отчета о практике, защита отчета	10		Защита отчета по итогам прохождения практики
		Итого	432		Зачет

Общие рекомендации студентам по прохождению учебной практики:

Перед прохождением практики студент должен изучить программу, представленную учебно-методическую документацию по практике и обратиться к соответствующим нормативным материалам, литературе с тем, чтобы быть подготовленным к выполнению поручений, данных руководителем практики, к решению задач практики, конкретных практических вопросов.

При прохождении практики *обучающиеся обязаны:*

своевременно прибыть на место прохождения практики, иметь при себе все необходимые документы: индивидуальное задание, план (график) практики;

подчиняться действующим правилам внутреннего трудового распорядка места прохождения практики;

изучить и строго соблюдать правила охраны труда, техники безопасности, производственной санитарии и промышленной безопасности;

полностью выполнять задания, предусмотренные программой практики;

выполнять задания руководителя практики;

быть вежливым, внимательным в общении с работниками;

вести записи о проделанной работе, чтобы в дальнейшем в отчете описать содержание проделанной работы;

в установленный срок отчитаться о прохождении практики руководителю практики от кафедры, подготовить и сдать отчет и другие документы практики на кафедру.

При подготовке к практике и во время прохождения практики рекомендуется по возникшим вопросам обращаться к учебной литературе, методическим материалам.

При возникновении затруднений в процессе практики студент может обратиться к руководителю практики от университета либо на кафедру и получить необходимые разъяснения.

Примерный план прохождения практики:

Задание	Отчетность
<i>Знакомство с основами будущей профессии</i>	
1. Ознакомиться с правилами на рабочих местах, технологическими операциями, пройти инструктаж по технике безопасности, инструктаж на рабочем месте.	В отчете раздел Безопасность жизнедеятельности.
<i>Формирование профессиональных компетенций (умений и навыков)</i>	
2. Подготовить эскиз, слепок из пластичных материалов изготавливаемого изделия	приложение к отчету.
3. Подобрать камнесамоцветное сырье, камнеобрабатывающее оборудование и инструмент. Назначить технологический процесс (технологическая карта).	В отчете Технологический раздел
4. Выполнить изделие по утвержденному эскизу и технологической карте и под наблюдением учебного мастера.	В отчете Технологический раздел, описание выполненных операций.

3. Технологические операции

Ниже представлены технологические операции производства типовых изделий, аналоги которых студенты изготовят на практических занятиях. Последовательность операций, их количество, а также используемые инструменты и оборудование могут изменяться в частном порядке при усложнении или упрощении изготавливаемого изделия.

Технологический процесс изготовления изделия состоит из ряда следующих основных операций:

- Разработка эскиза
- Подбор сырья
- Грубая обработка (Формообразование)
- Подгонка деталей между собой
- Временная склейка и разборка изделия
- Точная (тонкая) обработка
- Проработка изделия
- Шлифовка
- Полировка
- Сборка изделия

Разработка эскиза

Первым этапом производства изделия является разработка дизайна и эскиза. Для объёмных работ и работ сложных форм, необходимо создать модель изделия из пластилина. Для этого используют акварельные и гуашевые краски, карандаши, скульптурный пластилин, стеки, скальпель. После изготовления эскиза и слепка будущего изделия подбирается камнесамоцветное сырьё нужного цвета и размера.

ВАЖНО! После распиловки и при смене абразива изделие обязательно тщательно промывается, также необходимо смыть (стряхнуть) остатки абразива и осколков камня с рук и одежды. Эти действия необходимы во избежание появления царапин при последующей обработке.

Подбор сырья

Подбор сырья осуществляется согласно эскизу. При подборе сырья мастер должен учитывать следующие декоративные особенности камня:

- Цвет
- Наличие, отсутствие пятен и включений
- Трещиноватость

При подборе камнесамоцветного сырья, необходимо подбирать образцы максимально приближенные по форме и размеру к эскизным данным.

Грубая обработка

Эта операция выполняется на станах типа «СРК» используя алмазные отрезные круги (далее АОК) различных диаметров (400-200 мм.) и плоскошлифовальном станке со свободной подачей абразива.

Из образцов выбранного сырья, среднего размера вырезаются заготовки кубической формы, с припуском 3-2 мм. После, на заготовки наносится разметка, с припуском 2-1 мм. Заготовки снова опиливаются и обтачиваются до линии разметки.

Подгонка деталей

Если сувенир состоит из нескольких деталей, производится их подгонка (притирка) между собой. Грубая подгонка производится на станке ШМ-1 с АОК (200 мм) и бормашине, грубыми борами (зерн. 125/100 и более). Мелкую (точную) подгонку делают вручную, используя искусственные абразивы Н10 и М28.

Временная склейка

Детали, подготовленные для склейки, предварительно нагрев техническим феном, склеивают, используя временную (легкоплавкую) мастику (китт пасту). Детали должны быть чистыми и обезжиренными. При склейке необходимо постоянно наблюдать за склеиваемой поверхностью во избежание перекоса и появления щелей между деталями.

Разборка изделия осуществляется путем нагрева изделия, до момента расплавления мастики. Изделие разбирается. Каждая деталь очищается от мастики, для этого используем скальпель и ацетон (ацетон растворяет временную мастику).

Для быстрой фиксации деталей сложных форм используют цианакрилат (суперклей), чтобы детали разъединить необходимо нагреть их до температуры 100⁰-150⁰ С, либо погрузить в ацетон до полного растворения клея.

Точная обработка

После того как изделие остыло и склеилось, необходимо уменьшить его размер, убирать лишние углы. При этом необходимо сверяться с эскизом (слепком), добиваясь максимального совпадения размеров и изгибов. Допускается припуск 0,1-0,3 мм, на местах стыков. Это делается для того чтобы не возникла разница размеров в месте стыка при дальнейшей обработке. Для этого используется станок ШМ-1 с АОК (200 мм) и бормашина с грубыми борами (зерн.100/80).

Проработка деталей

Операция представляет собой поддетальную обработку (проработку) мелких частей фигуры. Нанесение фактур, устранение дефектов.

Для выполнения этой операции используем Бормашину с набором боров различной зернистости, ШМ-1 с АОК (200 мм) абразивы Н10 М28.

Если изделие объемное, изделие собирается на временную мастику. Далее бормашиной обрабатываем изделие до окончательного размера, в соответствии с эскизом. Применяя боры с мелким зерном и трубчатые сверла, наносим штрихи, имитирующие нужную нам фактуру. После обработки всех деталей, изделие вновь разбирается. Все детали очищаются от мастики.

Шлифовка

Для плоскостных изделий операция шлифовки выполняется на плоскошлифовальном станке с использованием абразива М28, на чугунной планшайбе.

Операция шлифовки объемных деталей выполняется на станке ШМ-1 с использованием шлифовальных кругов и алмазных паст различной зернистости. Алмазные пасты в процессе шлифовки используются от более крупной к более мелкой. (от АСП1С0 до АСП 20)

Полировка

Для плоскостных изделий операция полировки выполняется на плоскошлифовальном станке с использованием окиси хрома, на войлочной планшайбе.

Операция полировки выполняется на станке ШМ-1 с использованием полировальных кругов и алмазных паст различной зернистости. Алмазные пасты в процессе полировки используются от более крупной к более мелкой. (от АСП 14 до АСП 1) Финишная полировка производится окисью хрома.

Сборка

Изделие тщательно моется и обезжиривается. После чего производится склейка изделия на клей на эпоксидной основе. Каждую деталь, прежде чем приклеить царапают наждаком для лучшей, более прочной связки. Излишек смолы убирается скальпелями и ацетоном. чистку лучше производить до момента полного затвердевания клея. В противном случае убрать затвердевшую смолу проблематично.

После остывания и чистки изделие тщательно моется щеткой с мылом

4. Задания для прохождения практики

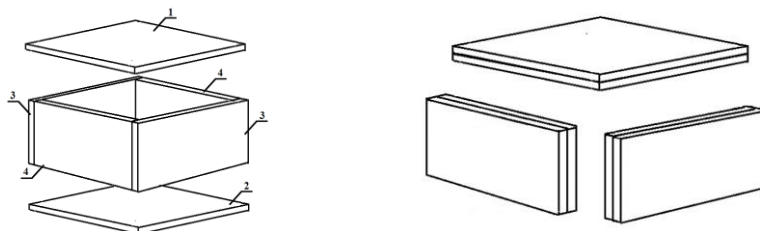
Технологические карты

Ниже представлены технологические карты производства типовых изделий, аналоги которых студенты изготовят на практических занятиях. Вся информация в данных технологических картах усреднена, и может изменяться в соответствии с качеством сырья, инструмента и личных навыков мастера.

Технологический процесс изготовления шкатулки из камня

Операция	Оборудование и Инструменты	Время час.
Разработка эскиза	Карандаш, бумага, ластик, линейка, краски.	2,0
Подбор сырья	Вода губка	3,0
Разметка сырья на блоки	Маркер карандаш, линейка	1,0
Распиловка по разметке	Станок СРК-200, АОК диаметром 200 мм.	2,0
Обточка с припуском 0,1-0,3мм.	Плоскошлифовальный станок шлифпорошок №10	2,0
Придание прямоугольной формы деталям	Плоскошлифовальный станок шлифпорошок №10	2,0
Шлифовка в размер	Плоскошлифовальный станок микропорошок М28	3,5
Временная склейка деталей попарно (№1 №2)	Печь, фен технический , китт паста, ацетон	0,5
Временная склейка деталей попарно №3	Печь, фен технический , китт паста, ацетон	0,5
Временная склейка деталей попарно №4	Печь, фен технический , китт паста, ацетон	0,5
Шлифовка в размер всех деталей попарно	Плоскошлифовальный станок микропорошок М28	2,0
Полировка всех внешних сторон попарно склеенных деталей	Плоскошлифовальный станок окись хрома	3,0
Разборка изделия	Технический фен, плита нож, ацетон	1,5
Склейка изделия полированными сторонами внутрь (кроме детали 1)	Печь, эпоксидная смола, ацетон, фен технический, цианакрилат,	1,0
Временная склейка деталей шкатулки и детали 1	Печь, фен технический , китт паста, ацетон	0,5
Шлифовка в размер изделия	Плоскошлифовальный станок микропорошок М28	2,0
Полирование изделия	Плоскошлифовальный станок окись хрома,	2,0
Разборка основного изделия и детали 1	Технический фен, плита нож, ацетон	0,5
Чистка изделия	ацетон, фен технический, нож, спица ватные диски и палочки	1,0
Мойка	Ацетон мыло вода щетки	0,5
ИТОГО (Средн.)		31,0

Пояснительная схема



Технологический процесс изготовления объёмного сувенира «Мышь» из камня

Операция	Оборудование и Инструменты	Время час.
Разработка эскиза	Карандаш, бумага, ластик, линейка, краски.	3,0
Подбор сырья	Вода губка	1,0
Разметка сырья на блоки	Маркер карандаш, линейка	1,5
Распиловка по разметке	Станок СРК-200, АОК диаметром 200 мм.	1,5
Формообразование в соответствии с эскизом с припуском 1-0,5мм	Станок ШМ-1, АОК диаметром 200 мм.	2,0
Формообразование в соответствии с эскизом с припуском 0,5-0,1мм	Станок ШМ-1, АОК диаметром 200 мм. Бормашина, боры с крупным зерном.	2,0
Проработка фактур изделия	Бормашина Foredom, боры различной зернистости.	3,5
Шлифовка изделия	Плоскошлифовальный станок микропорошок М28, Станок ШМ-1, шлифовальные щетки, Бормашина, различные шлифовальники, алмазная паста 60\40, 40\28, 28\20	5,0
Полирование изделия	Плоскошлифовальный станок окись хрома, Станок ШМ-1, муслин, Бормашина, различные полировальники, алмазная паста 14\10, 7\5, 5\3, 1\0	3,0
Чистка	ацетон, фен технический, нож, спица ватные диски и палочки.	1,0
Мойка	Ацетон мыло вода щетки	1,0
ИТОГО (Средн.)		24,5



5. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ПРАКТИКИ. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ПРАКТИКЕ

Текущий контроль и оценка результатов освоения **учебной технологической (проектно-технологической)** практики осуществляется руководителем практики в процессе проведения практики, выполнения практических работ, наблюдения за выполнением видов работ на практике и контроля качества их выполнения путем экспертной оценки деятельности обучающегося.

Промежуточная аттестация по **учебной технологической (проектно-технологической)** практике проводится в форме зачёта путём собеседования (ответов на вопросы) и оценки отчетной документации по практике.

Оценочные средства, используемые для промежуточной аттестации: вопросы, отчет по практике, характеристика с места практики, результат выполненных работ (портфолио).

Оценка изделия

Каждое изделие оценивается по ряду технических и художественных параметров.

Технические параметры:

- Качество подобранного сырья
- Качество склейки
- Качество подгонки
- Соосность, параллельность и перпендикулярность линий в изделиях
- Качество плоскостей изделия
- Наличие следов грубой механической обработки
- Соответствие схеме, чертежу, эскизу.
- Качество шлифовки
- Качество полировки.

Художественные параметры:

- Качество эскизов, моделей
- Цветовое решение изделия
- Композиционное решение изделия
- Актуальность темы изделия

6 ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И РЕСУРСОВ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИКИ

Учебная литература

№ п/п	Наименование	Кол-во экз.
1	Ю. А. Поленов, В. Н. Огородников. Художественная обработка камня. Методическое пособие. Часть 2. - Екатеринбург, УГГУ, 2012, - 128 с.	21
2	Ю. А. Поленов, В. Н. Огородников. Художественная обработка камня. Методическое пособие. Часть 4. - Екатеринбург, УГГУ, 2012, - 83 с.	21
3	Ермаков, М.П. Основы дизайна. Художественная обработка твердого и мягкого камня: учебное пособие / М.П. Ермаков. — Электрон. дан. — Ростов-на-Дону : Феникс, 2016. — 654 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/102282 . — Загл. с экрана.	Электронный ресурс

7 ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ОТЧЕТА ПО УЧЕБНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ (ПРОЕКТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ) ПРАКТИКЕ

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

Оформление отчета осуществляется в соответствии с требованиями государственных стандартов и университета.

Отчет выполняется печатным способом с использованием компьютера.

Каждая страница текста, включая иллюстрации и приложения, нумеруется арабскими цифрами, кроме титульного листа и содержания, по порядку без пропусков и повторений. Номера страниц проставляются, начиная с введения (третья страница), в центре нижней части листа без точки.

Текст работы следует печатать, соблюдая следующие размеры полей: правое – 10 мм, верхнее и нижнее – 20 мм, левое – 30 мм.

Рекомендуемым типом шрифта является Times New Roman, размер которого 14 pt (пунктов) (на рисунках и в таблицах допускается применение более мелкого размера шрифта, но не менее 10 pt).

Текст печатается через 1,5-ый интервал, красная строка – 1,25 см.

Цвет шрифта должен быть черным, необходимо соблюдать равномерную плотность, контрастность и четкость изображения по всей работе. Разрешается использовать компьютерные возможности акцентирования внимания на определенных терминах и формулах, применяя курсив, полужирный шрифт не применяется.

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ НАИМЕНОВАНИЙ И НУМЕРАЦИИ СТРУКТУРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ, ГЛАВ И ПАРАГРАФОВ

Отчет должен включать следующие структурные элементы: титульный лист, содержание, введение, основной текст, заключение, приложения (является дополнительным элементом). Основной текст может быть разделен на разделы и параграфы.

Каждый структурный элемент отчета (титульный лист, содержание, введение, заключение, приложение) и разделы необходимо начинать с новой страницы. Следующий параграф внутри одного раздела начинается через 2 межстрочных интервала на том же листе, где закончился предыдущий.

Расстояние между заголовком структурного элемента и текстом, заголовками главы и параграфа, заголовком параграфа и текстом составляет 2 межстрочных интервала.

Наименования структурных элементов письменной работы («СОДЕРЖАНИЕ», «ВВЕДЕНИЕ», «ЗАКЛЮЧЕНИЕ», «ПРИЛОЖЕНИЕ») служат заголовками структурных элементов. Данные наименования пишутся по центру страницы без точки в конце прописными (заглавными) буквами, не подчеркивая.

Разделы, параграфы должны иметь заголовки. Их следует нумеровать арабскими цифрами и записывать по центру страницы прописными (заглавными) буквами без точки в конце, не подчеркивая. Номер раздела указывается цифрой (например, 1, 2, 3), номер параграфа включает номер раздела и порядковый номер параграфа, разделенные точкой (например, 1.1, 2.1, 3.3). После номера раздела и параграфа в тексте точку не ставят. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой. Переносы слов в заголовках не допускаются. Не допускается писать заголовок параграфа на одном листе, а его текст – на другом.

В содержании работы наименования структурных элементов указываются с левого края страницы, при этом первая буква наименования является прописной (заглавной), остальные буквы являются строчными, например:

Введение
Технологический раздел
Заключение
Приложения

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ СОКРАЩЕНИЙ И АББРЕВИАТУР

Сокращение русских слов и словосочетаний допускается при условии соблюдения требований ГОСТ 7.12–93 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Сокращение слов на русском языке. Общие требования и правила».

В тексте письменной работы допускаются общепринятые сокращения и аббревиатуры, установленные правилами орфографии и соответствующими нормативными документами, например: год – г., годы – гг., и так далее – и т. д., метр – м, тысяч – тыс., миллион – млн, миллиард – млрд, триллион – трлн, страница – с., Российская Федерация – РФ, общество с ограниченной ответственностью – ООО.

При использовании авторской аббревиатуры необходимо при первом ее упоминании дать полную расшифровку, например: «... Уральский государственный горный университет (далее – УГГУ)...».

Не допускается использование сокращений и аббревиатур в заголовках письменной работы, глав и параграфов.

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ПЕРЕЧИСЛЕНИЙ

При необходимости в тексте работы могут быть приведены перечисления. Перед каждым элементом перечисления следует ставить дефис (иные маркеры не допустимы). Например:

«...заключение содержит:
- краткие выводы;
- оценку решений;
- разработку рекомендаций.»

При необходимости ссылки в тексте работы на один из элементов перечисления вместо дефиса ставятся строчные буквы в порядке русского алфавита, начиная с буквы а (за исключением букв ё, з, й, о, ч, ь, ы, ь). Для дальнейшей детализации перечислений необходимо использовать арабские цифры, после которых ставится скобка, а запись производится с абзацного отступа. Например:

а) ...;
б) ...;
1) ...;
2) ...;
в) ...

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ РИСУНКОВ

В письменной работе для наглядности, уменьшения физического объема сплошного текста следует использовать иллюстрации – графики, схемы, диаграммы, чертежи, рисунки и фотографии. Все иллюстрации именуются рисунками. Их количество зависит от содержания работы и должно быть достаточно для того, чтобы придать ей ясность и конкретность.

На все рисунки должны быть даны ссылки в тексте работы, например: «... в соответствии с рисунком 2 ...» или «... тенденцию к снижению (рисунок 2)».

Рисунки следует располагать в работе непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые (при наличии достаточного пространства для помещения рисунка со всеми поясняющими данными), или на следующей странице. Если рисунок достаточно велик, его можно размещать на отдельном листе. Допускается поворот рисунка по часовой стрелке (если он выполнен на отдельном листе). Рисунки, размеры которых больше формата А4, учитывают, как одну страницу и помещают в приложениях.

Рисунки, за исключением рисунков в приложениях, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией по всей работе. Каждый рисунок (схема, график, диаграмма) обозначается словом «Рисунок», должен иметь заголовок и подписываться следующим образом – посередине строки без абзацного отступа, например:



Рисунок 1 – Структура администрации организации

Если на рисунке отражены показатели, то после заголовка рисунка через запятую указывается единица измерения, например:

Рисунок 1 – Структура добычи, %

Рисунки каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения (например, рисунок А.3).

Если рисунок взят из первичного источника без авторской переработки, следует сделать ссылку, например:

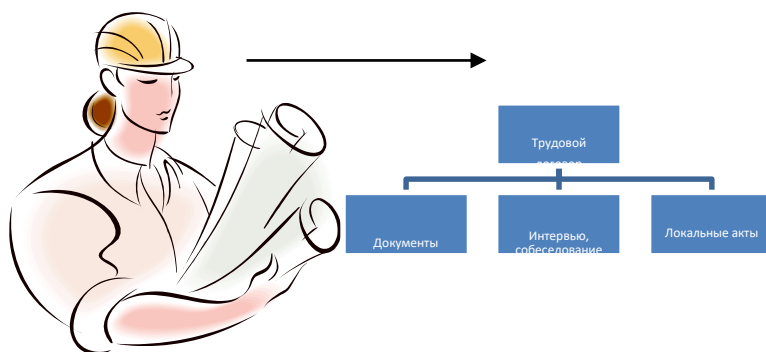


Рисунок 1 - Процесс заключения трудового договора [8, с. 46]

acule.ru



ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ТАБЛИЦ

На все таблицы должны быть ссылки в работе. При ссылке следует писать слово «таблица» с указанием ее номера, например: «...в таблице 2 представлены ...» или «... характеризуется показателями (таблица 2)».

¹ Составлено автором по: [15, 23, 42].

Таблицы, за исключением таблиц в приложениях, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией по всей работе. Каждая таблица должна иметь заголовок, который должен отражать ее содержание, быть точным, кратким. Заголовок таблицы следует помещать над таблицей слева, без абзацного отступа в одну строку с ее номером через тире, например:

Таблица 3

Технические требования к сырью			
Наименование камня	Качественная характеристика сырья в бездефектной области камня	Минимальные размеры бездефектной области камня, мм	Сорт
Демантоид	Зеленый, травяно-зеленый, светло-зеленый, золотисто-зеленый, табачный, шоколадный	3*3*3	высший
		1,5*1,5*1,5	I
		3*3*3	II
		1,5*1,5*1,5	III
Пироп	красный, темно-красный, лилово-красный. Окраска равномерная интенсивная красный, темно-красный, лилово-красный. Окраска равномерная различной интенсивная	5*5*5	I
		4*4*4	II

Если таблица взята из первичного источника без авторской переработки, следует сделать ссылку, например:

Таблица 2

Динамика основных показателей развития камнерезного искусства в России за 2015–2018 гг. [15, с. 35]

	2015	2016	2017	2018
Объем изделий, млрд. руб.				
.....				

Если таблица является авторской разработкой, необходимо после заголовка таблицы поставить знак сноски и указать в форме подстрочной сноски внизу страницы, на основании каких источников она составлена, например:

Таблица 3

Количество оборудования ¹		
Вид оборудования	2016	2017
Бормашина	3	5
.....	3	7

Располагают таблицы на странице обычно вертикально. Помещенные на отдельной странице таблицы могут быть расположены горизонтально, причем графа с наименованиями показателей должна размещаться в левой части страницы. Слева, справа и снизу таблицы ограничивают линиями.

Таблицу с большим числом строк допускается переносить на другую страницу. При переносе части таблицы на другую страницу слово «Таблица» указывают один раз справа над первой частью таблицы. На странице, на которую перенесена часть таблицы, справа пишут «Продолжение таблицы» или «Окончание таблицы» с указанием номера таблицы и повторением шапки таблицы.

¹ Составлено автором по: [2, 7, 10]

Если таблица переносится, то на странице, где помещена первая часть таблицы, нижняя ограничительная линия таблицы не проводится. Это же относится к странице (страницам), где помещено продолжение (продолжения) таблицы. Нижняя ограничительная линия таблицы проводится только на странице, где помещено окончание таблицы.

Заголовки граф и строк таблицы следует писать с прописной буквы в единственном числе, а подзаголовки граф – со строчной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной буквы, если они имеют самостоятельное значение. В конце заголовков и подзаголовков таблиц точки не ставят. Заголовки граф, как правило, записывают параллельно строкам таблицы. При необходимости допускается перпендикулярное расположение заголовков граф.

Примечания к таблице (подтабличные примечания) размещают непосредственно под таблицей в виде: а) общего примечания; б) сноски; в) отдельной графы или табличной строки с заголовком. Выделять примечание в отдельную графу или строку целесообразно лишь тогда, когда примечание относится к большинству строк или граф. Примечания к отдельным заголовкам граф или строк следует связывать с ними знаком сноски. Общее примечание ко всей таблице не связывают с ней знаком сноски, а помещают после заголовка «Примечание» или «Примечания», оформляют как внутритекстовое примечание.

Допускается применять размер шрифта в таблице меньший, чем в тексте работы, но не менее 10 pt.

Если все показатели, приведенные в графах таблицы, выражены в одной и той же единице измерения, то ее обозначение необходимо помещать над таблицей справа. Если показатели таблицы выражены в разных единицах измерения, то обозначение единицы измерения указывается после наименования показателя через запятую. Допускается при необходимости выносить в отдельную графу обозначения единиц измерения.

Текст, повторяющийся в строках одной и той же графы и состоящий из одиночных слов, чередующихся с цифрами, заменяют кавычками. Если повторяющийся текст состоит из двух или более слов, то при первом повторении его заменяют словами «То же», а далее – кавычками. Если предыдущая фраза является частью последующей, то допускается заменить ее словами «То же» и добавить дополнительные сведения. При наличии горизонтальных линий текст необходимо повторять. Если в ячейке таблицы приведен текст из нескольких предложений, то в последнем предложении точка не ставится.

Заменять кавычками повторяющиеся в таблице цифры, математические знаки, знаки процента и номера, обозначения нормативных материалов, марок материалов не допускается.

При отсутствии отдельных данных в таблице следует ставить прочерк (тире). Цифры в графах таблиц должны проставляться так, чтобы разряды чисел во всей графе были расположены один под другим, если они относятся к одному показателю. В одной графе должно быть соблюдено, как правило, одинаковое количество десятичных знаков для всех значений величин.

Если таблицы размещены в приложении, их нумерация имеет определенные особенности. Таблицы каждого приложения нумеруют отдельной нумерацией арабскими цифрами. При этом перед цифрой, обозначающей номер таблицы в приложении, ставится буква соответствующего приложения, например:

Таблица В.1.– Динамика показателей за 2016–2017 гг.

Если в документе одна таблица, то она должна быть обозначена «Таблица 1» или «Таблица В.1», если она приведена в приложении (допустим, В).

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ПРИМЕЧАНИЙ И ССЫЛОК

При необходимости пояснить содержание текста, таблицы или иллюстрации в работе следует помещать примечания. Их размещают непосредственно в конце страницы, таблицы, иллюстрации, к которым они относятся, и печатают с прописной буквы с абзацного отступа после слова «Примечание» или «Примечания». Если примечание одно, то после слова «Примечание» ставится тире и примечание печатается с прописной буквы. Одно примечание не нумеруют. Если их несколько, то после слова «Примечания» ставят двоеточие и каждое примечание печатают с прописной буквы с новой строки с абзацного отступа, нумеруя их по порядку арабскими цифрами.

Цитаты, а также все заимствования из печати данные (нормативы, цифры и др.) должны иметь библиографическую ссылку на первичный источник. Ссылка ставится непосредственно после того слова, числа, предложения, по которому дается пояснение, в квадратных скобках. В квадратных скобках указывается порядковый номер источника в соответствии со списком использованных источников и номер страницы, с которой взята информация, например: [4, с. 32]. Это значит, использован четвертый источник из списка литературы со страницы 32. Если дается свободный пересказ принципиальных положений тех или иных авторов, то достаточно указать в скобках после изложения заимствованных положений номер источника по списку использованной литературы без указания номера страницы.

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ СПИСКА ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Оформлению списка использованных источников, прилагаемого к отчету, следует уделять самое серьезное внимание.

Сведения об источниках приводятся в следующем порядке:

1) книги, статьи, материалы конференций и семинаров. Располагаются по алфавиту фамилии автора или названию, если книга печатается под редакцией. Например:

1. Трудовое право России [Текст]: учебник / Под ред. Л.А.Сыроватской. - М.: Юристъ, 2006. - 280 с.

2. Семенов, В.В. Философия: итог тысячелетий. Философская психология [Текст] / В.В. Семенов; Рос. акад. наук, Пуштин. науч. центр, Ин-т биофизики клетки, Акад. проблем сохранения жизни. - Пушкино: ПНЦ РАН, 2000. - 64 с.

3. Черткова, Е.Л. Утопия как способ постижения социальной действительности [Электронный ресурс] / Е.Л. Черткова // Социемы: журнал Уральского гос. ун-та. - 2002. - N 8. – Режим доступа: [http://www2/usu.ru/philosoph/chertkova](http://www2.usu.ru/philosoph/chertkova).

2) инструктивные материалы, методические рекомендации, реферативная информация, нормативно-справочные материалы. Располагаются по алфавиту. Например:

1. Временные методические рекомендации по вопросам реструктуризации бюджетной сферы и повышения эффективности расходов региональных и местных бюджетов (Краткая концепция реструктуризации государственного и муниципального сектора и повышения эффективности бюджетных расходов на региональном и местном уровнях) [Текст]. - М.: ИЭПП, 2006. - 67 с.

2. Свердловская область в 1992-1996 годах [Текст]: Стат. сб. / Свердлов. обл. комитет гос. статистики Госкомстата РФ. - Екатеринбург, 1997. - 115 с.

3) интернет-сайты. Например:

1. Министерство финансов Российской Федерации: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.minfin.ru>

2. Российская книжная палата: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.bookchamber.ru>

В списке использованных источников применяется сквозная нумерация с применением арабского алфавита. Все объекты печатаются единым списком, группы объектов не выделяются, источники печатаются с абзацного отступа.

Объекты описания списка должны быть обозначены терминами в квадратных скобках²:

- [Видеозапись];
- [Мультимедиа];
- [Текст];
- [Электронный ресурс].

При занесении источников в список литературы следует придерживаться установленных правил их библиографического описания.

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ПРИЛОЖЕНИЙ

В приложения рекомендовано включать материалы, которые по каким-либо причинам не могут быть включены в основную часть: материалы, дополняющие работу; таблицы вспомогательных цифровых данных; инструкции, методики, описания алгоритмов и программ задач, иллюстрации вспомогательного характера; нормативные правовые акты, например, должностные инструкции. В приложения также включают иллюстрации, таблицы и распечатки, выполненные на листах формата А3.

Приложения оформляют как продолжение данного документа на последующих его листах после списка использованных источников.

Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ь, Ы, Ъ (ПРИЛОЖЕНИЕ А, ПРИЛОЖЕНИЕ Б, ПРИЛОЖЕНИЕ В и т.д.). Допускается обозначение приложений буквами латинского алфавита, за исключением букв I и O. В случае полного использования букв русского и латинского алфавитов допускается обозначать приложения арабскими цифрами.

Само слово «ПРИЛОЖЕНИЕ» пишется прописными (заглавными) буквами.

Если в работе одно приложение, оно обозначается «ПРИЛОЖЕНИЕ А».

Каждое приложение следует начинать с новой страницы. При этом слово «ПРИЛОЖЕНИЕ» и его буквенное обозначение пишутся с абзацного отступа.

Приложение должно иметь заголовок, который записывают на следующей строке после слова «ПРИЛОЖЕНИЕ» с абзацного отступа. Заголовок пишется с прописной буквы.

В тексте работы на все приложения должны быть даны ссылки, например: «... в приложении Б...». Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте работы.

Текст каждого приложения, при необходимости, может быть разделен на разделы, подразделы, пункты, подпункты, которые нумеруют в пределах каждого приложения. Перед номером ставится обозначение этого приложения.

Приложения должны иметь общую с остальной частью документа сквозную нумерацию страниц.

² Полный перечень см. в: Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления [Текст]: ГОСТ 7.1-2003.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Образец оформления титульного листа отчета по практике



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный горный университет»
(ФГБОУ ВО «УГГУ»)
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30



Кафедра Технологии и техники разведки МПИ

ОТЧЕТ о прохождении ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ (ПРОЕКТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ) практики

Направление: 29.03.04
*Технология художественной обработки
материалов*

Студент: Иванов А.А.
Группа: ТХО-25

Руководитель практики:
Кожевников А.В.

Оценка _____

Подпись _____

Екатеринбург
2025

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Образец оформления содержания отчета по учебной практике

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	3
1	Технологический раздел	5
1.1	Разработка эскиза	...
1.2	Подбор камнесамоцветного сырья	...
		...
2	Безопасность жизнедеятельности	
	Заключение	
	Приложения	

ПРИЛОЖЕНИЕ В



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Уральский государственный горный университет»
(ФГБОУ ВО «УГГУ»)

620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30

НАПРАВЛЕНИЕ НА ПРАКТИКУ

Студент _____
(фамилия, имя, отчество)

_____ курса факультета Геологии и геофизики

Направление 29.03.04 Технология художественной обработки материалов
направляется в

_____ учебно-экспериментальную лабораторию камнерезного и
ювелирного творчества студентов кафедры ТТР
МПИ
(наименование и адрес организации)

для прохождения технологической практики с _____ по _____

М.П.

Декан факультета _____

Руководитель практики от университета _____

тел. кафедры: 8(343) _____

ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ НА ПЕРИОД ПРАКТИКИ

Содержание индивидуального задания

Оценка выполнения индивидуального задания _____

График (план) прохождения практики

Период	Характеристика работы	Текущий контроль (выполнено/не выполнено)	Подпись руководителя практики от университета/ организации
1 день практики 01.07.2025	Проведение инструктажа в организации по технике безопасности и охране труда		
02.07.2025- 03.07.2025	Разработка дизайн-проекта		
...	...		
15.07.2025- 30.07.2025	Выполнение камнерезного изделия		

СОГЛАСОВАНО:

Подпись руководителя практики от университета _____

Подпись руководителя практики от организации _____

(фамилия, имя, отчество)

Заклучение организации о работе студента за период практики (технологические навыки, деловые качества, активность, дисциплина, участие в общественной работе организации)

б) по неуважительным причинам _____

И.О. Фамилия

Отзыв
об отчете о прохождении практики студента
(заполняется руководителем практики от университета)

1. Выводы (характеристика отчета в целом, соответствие объема, содержания отчета программе):

2. Недостатки отчета:

Оценка по результатам защиты:

Руководитель практики от университета
Фамилия

И.О.

(подпись)

«__» _____ 20__ г.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ СТУДЕНТА НА ПРАКТИКЕ

Характеристика должна содержать указание на отношение студента к работе, оценку его теоретических знаний, умение применять теоретические знания на практике, степень выраженности необходимых личностных и профессиональных качеств, вывод руководителя практики от Организации о полноте выполнения индивидуального задания и отсутствии / наличии замечаний к прохождению практики студента

Характеристика студента с места практики описывает его профессиональную подготовку, теоретические знания, практические навыки и деловые качества, которые он проявил в период прохождения практики. Писать документ нужно в официальном стиле, при этом необходимо указать в характеристике следующие сведения:

- фамилия и инициалы обучающегося;
- обязанности обучающегося в период прохождения практики;
- профессиональные качества студента;
- особенности студента, проявленные при общении с трудовым коллективом;
- практические навыки, освоенные студентом;
- оценку, выставленную студенту по результатам прохождения практики].

Главная цель составления характеристики студента с места практики — описание его профессиональной подготовки, а также новых знаний и навыков, которые он приобрел в процессе практической деятельности в конкретной организации. Подробная характеристика позволит руководителю практики со стороны учебного заведения объективно оценить ее эффективность и поставить обучающемуся справедливую оценку.

Например

Иванов А.А. проходил практику в учебно-экспериментальной лаборатории камнерезного и ювелирного творчества кафедры ТТР МПИ УГГУ, практика была организована в соответствии с программой. В период прохождения практики Иванов А.А. зарекомендовала себя с положительной стороны, дисциплинированным практикантом, стремящимся к получению новых знаний, навыков и умений, нацелена на повышение своей будущей профессиональной квалификации.

В период практики Иванов А.А. ознакомился с технологией изготовления

Под руководством опытного специалиста, учебного мастера..... изучал, методические материалы по; получил навыки работы на камнерезном оборудовании,

К поручениям руководителя практики и выполняемой работе относилась добросовестно. Во время прохождения практики продемонстрировала знание теоретического материала, профессиональной терминологии...; умение применять теоретические знания на практике; продемонстрировала навыки проведения, умение найти.... и применить их; грамотно оформлял документацию.....

Индивидуальное задание выполнено в полном объеме, замечаний к прохождению практики нет.

Практика Иванова А.А. заслуживает положительной оценки.

Руководитель

_____ (подпись) _____ ФИО



Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение ВО
«Уральский государственный горный
университет»

**МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ
ПО ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ
(ПРОЕКТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ)**

ПРАКТИКЕ, часть 3

для студентов направления

29.03.04 - ТЕХНОЛОГИЯ ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ

очного обучения

Екатеринбург
2022

Производственная Технологическая (проектно-технологическая) практика, ч. 3 студентов УГГУ является составной частью основной профессиональной образовательной программы высшего образования, входит в Блок 2 «Практики» части, формируемой участниками образовательных отношений, и представляет собой одну из форм организации учебного процесса, заключающуюся в профессионально-практической подготовке обучающихся в университете и на базах практики.

ОБЪЕМ ПРАКТИКИ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ И ЕЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ В НЕДЕЛЯХ ЛИБО В АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСАХ

Общая трудоемкость производственной практики составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИКИ

№ п/п	№ недели	Разделы (этапы) практики и содержание, место прохождения практики	Трудоемкость (в часах) -учебная работа/самостоятельная работа		Формы контроля
			учебная	СР	
		<i>Подготовительный (организационный) этап</i>			
1		Организационное собрание, сбор и изучение рекомендуемой литературы, получение необходимых консультаций по организации и методике проведения работ со стороны руководителя практики от кафедры	1		собеседование
2		Правила техники безопасности при работе на камнерезном оборудовании.	1		заполнение журнала практики
		<i>Основной этап</i>			
3		Разработка эскиза	2		эскиз
4		Разработка технологической карты	2		тех. карта
5		Изготовление камнерезного и/или ювелирного изделия	74		изделие
		<i>Итоговый (заключительный) этап</i>			
6		Подготовка отчета о практике, защита отчета	4		Защита отчета по итогам прохождения практики
		Итого	84	24	Зачет

Организация **производственной технологической (проектно-технологической) практики, ч. 3** на местах возлагается на руководителя организации, которые знакомят студентов с порядком прохождения производственной практики, назначают её руководителем практического работника и организуют прохождение практики в соответствии с программой практики.

Общие рекомендации студентам по прохождению производственной практики:

Перед прохождением практики студент должен изучить программу, представленную учебно-методическую документацию по практике и обратиться к соответствующим нормативным материалам, литературе с тем, чтобы быть подготовленным к выполнению поручений, данных руководителем практики, к решению задач практики, конкретных практических вопросов.

Студенты должны подготовить: ксерокопии своих свидетельств о постановке на учет в налоговом органе (ИНН), пенсионного страхования; получить при необходимости

медицинскую справку по форме, требуемой предприятием-базой практики, в поликлинике, к которой прикреплены; подготовить фотографии (формат по требованию предприятия-базы практики) и паспортные данные (ксерокопии разворотов с фотографией и регистрацией места жительства) для оформления пропусков на предприятия, при необходимости.

В рамках *самостоятельной работы* студенту рекомендуется проработать конспекты лекций, учебников и других технических изданий, технической документации камнеобрабатывающих предприятий, Контроль качества самостоятельной работы студентов производится при защите отчёта по практике.

При прохождении практики *обучающиеся обязаны:*

своевременно прибыть на место прохождения практики, иметь при себе все необходимые документы: паспорт, индивидуальное задание, план (график) практики;

подчиняться действующим правилам внутреннего трудового распорядка организации – места прохождения практики;

изучить и строго соблюдать правила охраны труда, техники безопасности, производственной санитарии и промышленной безопасности;

полностью выполнять задания, предусмотренные программой практики;

выполнять задания руководителя практики от организации;

быть вежливым, внимательным в общении с работниками;

вести записи о проделанной работе, чтобы в дальнейшем в отчете описать содержание проделанной работы;

в установленный срок отчитаться о прохождении практики руководителю практики от кафедры, подготовить и сдать отчет и другие документы практики на кафедру.

При подготовке к практике и во время прохождения практики рекомендуется по возникшим вопросам обращаться к учебной литературе, методическим материалам.

При возникновении затруднений в процессе практики студент может обратиться к руководителю практики от университета либо от организации-базы практики и получить необходимые разъяснения.

Примерный план прохождения практики:

Задание	Отчетность
<i>Знакомство с основами будущей профессии</i>	
1. Ознакомиться с организацией, технологическим циклом предприятия и его организационной структурой, пройти инструктаж по технике безопасности	Первый раздел отчета - Описание организации – наименование и адрес организации, вид (профиль) деятельности.
<i>Формирование профессиональных компетенций (умений и опыта)</i>	
1. Подготовить эскиз, слепок из пластичных материалов изготавливаемого изделия	приложение к отчету.
2. Подобрать камнесамоцветное сырье, камнеобрабатывающее оборудование и инструмент. Назначить технологический процесс (технологическая карта).	В отчете Технологический раздел
3. Выполнить изделие по утвержденному эскизу и технологической карте и под наблюдением учебного мастера.	В отчете Технологический раздел, описание выполненных операций.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ПРАКТИКИ

Цель практики

Целью практики является получение студентом рабочей квалификации и сбор материалов для самостоятельного технологического проектирования производственного процесса в рамках задания на курсовой или дипломный проект по профилю соответствующей специализации обучения, и приобретение студентами профессиональных навыков рабочих профессий камнереза и шлифовщика-полировщика.

Задачи практики

- изучение конкретных производственных заданий предприятий и технико-экономических показателей их выполнения;
- приобретение практических навыков самостоятельной работы;
- изучение и усвоение технологии, применяемой на предприятии;
- изучение организации труда;
- сбор материалов в соответствии с заданием.

Форма заданий на производственную практику

Задание на производственную практику включает следующее:

перечень всех видов работ, технологий и оборудования, на котором проводится практика:

разделка блоков, распиловка блоков, шлифовка и полировка поверхностей, сверление отверстий, склеивание поверхностей, изготовление фасонных поверхностей.

должности, выполняемые обязанности и требования к приобретаемым навыкам: стажёр камнереза, шлифовщика, мастера камнерезного, шлифовально-полировочного участка.

замена режущего и абразивного инструмента, закрепление камня в станках. Контроль параметров изготавливаемого изделия. Контроль износа инструмента. Упаковка продукции, текущее техобслуживание камнеобрабатывающего оборудования.

выпиливание камнерезной работы заданных размеров. Шлифовка и полировка поверхностей и оценка качества обработки.

Сбор материалов для отчёта

Собрать материалы по следующим разделам:

а) описание каменного сырья, используемого в производстве:

его физико-механические и геммологические характеристики; сортность и качество; краткое описание месторождения, из которого сырьё поступает на производство.

б) технико-технологические материалы:

характеристики камнеобрабатывающего оборудования, его состав, количество, размещение в цехах;

камнеобрабатывающий инструмент и абразивные материалы, оборудование, приспособления, оснастка (марки, типоразмеры, зернистость, схема расположения и использования);

технологические материалы, реагенты и растворы, используемые при обработке камня;

технологические операции на различных стадиях обработки: их последовательность, продолжительность, особенности (в зависимости от свойств камня, абразивности инструмента, режимных параметров обработки, характера операции и т. п.).

в) специальный вопрос (тема углубленного изучения):

описание сложных технологических операций и проблем, существующих на предприятии; описание поломок и аварий оборудования, вызванных особенностями свойств каменного сырья или конструктивными недостатками оборудования; анализ причин брака или недостаточного качества продукции, выпускаемой на предприятии.

СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Отчет составляется непосредственно в период прохождения практики на основании личных наблюдений, изучения проектных и отчетных документов предприятия, а также фондовых и производственных материалов.

Отчет должен содержать следующие разделы:

Введение.

1. Технический раздел.
2. Геологический раздел.
3. Технологический раздел.
4. Заключение.

Во **введении** дается описание предприятия, на котором студент проходил производственную или преддипломную практику, а также перечня продукции, выпускаемой им.

Приводится тема индивидуального задания, выданного руководителем.

В **техническом разделе** студент должен знать:

- процесс производства камнерезных изделий;
- основные принципы организации производства;
- проектирование процесса во времени;
- специализацию камнерезного предприятия, на котором он проходил практику;
- типы организации производства: единичный, серийный, массовый;
- организация труда на камнерезном предприятии: основные формы разделения труда, формы кооперации труда;
- расстановку кадров на предприятии;
- организация рабочих мест и совершенствование трудовых процессов;
- создание рациональных условий труда и отдыха, охрана труда.

Далее приводится описание конструкции изделия, изготавливаемого студентом, выбранного в качестве индивидуального задания. Описываются технологические процессы всех этапов изготовления изделия, начиная с заготовительной и заканчивая отделочной операциями, упаковкой, транспортировкой и его хранением.

Приводится расчет соответствующих технологических режимов, выбор или проектирование специального инструмента, оснастки и приспособлений на основе технических условий на изделие и программы выпуска.

Приводится перечень оборудования, которое задействовано в производстве изделия.

Фотографии или рисунки изготавливаемого изделия можно привести в тексте раздела или вынести в приложения.

В **геологическом разделе** приводятся сведения о геологическом строении месторождения; о запасах и количестве поделочного сырья и драгоценных камней (минералов). Здесь же приводятся сведения о технологических свойствах поделочного камня и вещественном составе минерального сырья. Также приводятся сведения о ювелирном, используемом на предприятии сырье.

В **техническом разделе** приводится перечень оборудования, которое находится в ведении данного предприятия. Необходимо описать его назначение и привести основные технические характеристики.

Если предприятие использует в своей деятельности какое-либо нестандартное оборудование, то необходимо дать подробное описание его, назначение, устройство и принцип работы, а также привести технические данные. Сравнить данное оборудование с серийно выпускаемым и показать в чем его преимущество. Данные материалы приводятся с разрешения технического руководства предприятия.

Кроме того, в данном разделе дается описание инструмента, применяемого на предприятии.

Чертежи, фотографии или рисунки, описываемого оборудования и инструмента можно привести в тексте или вынести в приложения.

В **заключении** приводятся итоги прошедшей практики, где студент дает оценку их результатам. Так, например, какой он приобрел опыт и навыки на определенных операциях при обработке камня, на сколько удачно, на его взгляд, ему удалось выполнить индивидуальное задание.

Если в процессе прохождения практики имели место какие-либо негативные моменты (не было руководителя от предприятия, невозможно было получить документацию на оборудование, геологические материалы и т.д.) их необходимо отразить в данном разделе.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Поленов Ю. А., Огородников В. Н. Художественная обработка камня: методическое пособие. Часть 2. - Екатеринбург, УГГУ, 2012. - 128 с.

Поленов Ю. А., Огородников В. Н. Художественная обработка камня: методическое пособие. Часть 4. - Екатеринбург, УГГУ, 2012. - 83 с.

Синкенкес Дж. Руководство по обработке драгоценных и поделочных камней: пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 423 с.

Викторов И. П., Рыскин Ф. В. Шлифовщик-полировщик изделий из камня. – Л.: Изд-во литературы по строительству, 1972.

Малин В. И. Облицовка поверхностей природным камнем. – М.: Высшая школа, 1977.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ОТЧЕТА ПО ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ (ПРОЕКТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ) ПРАКТИКЕ, ч. 3

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

Оформление отчета осуществляется в соответствии с требованиями государственных стандартов и университета.

Отчет выполняется печатным способом с использованием компьютера.

Каждая страница текста, включая иллюстрации и приложения, нумеруется арабскими цифрами, кроме титульного листа и содержания, по порядку без пропусков и повторений. Номера страниц проставляются, начиная с введения (третья страница), в центре нижней части листа без точки.

Текст работы следует печатать, соблюдая следующие размеры полей: правое – 10 мм, верхнее и нижнее – 20 мм, левое – 30 мм.

Рекомендуемым типом шрифта является Times New Roman, размер которого 14 pt (пунктов) (на рисунках и в таблицах допускается применение более мелкого размера шрифта, но не менее 10 pt).

Текст печатается через 1,5-ый интервал, красная строка – 1,25 см.

Цвет шрифта должен быть черным, необходимо соблюдать равномерную плотность, контрастность и четкость изображения по всей работе. Разрешается использовать компьютерные возможности акцентирования внимания на определенных терминах и формулах, применяя курсив, полужирный шрифт не применяется.

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ НАИМЕНОВАНИЙ И НУМЕРАЦИИ СТРУКТУРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ, ГЛАВ И ПАРАГРАФОВ

Отчет должен включать следующие структурные элементы: титульный лист, содержание, введение, основной текст, заключение, приложения (является дополнительным элементом). Основной текст может быть разделен на разделы и параграфы.

Каждый структурный элемент отчета (титульный лист, содержание, введение, заключение, приложение) и разделы необходимо начинать с новой страницы. Следующий параграф внутри одного раздела начинается через 2 межстрочных интервала на том же листе, где закончился предыдущий.

Расстояние между заголовком структурного элемента и текстом, заголовками главы и параграфа, заголовком параграфа и текстом составляет 2 межстрочных интервала.

Наименования структурных элементов письменной работы («СОДЕРЖАНИЕ», «ВВЕДЕНИЕ», «ЗАКЛЮЧЕНИЕ», «ПРИЛОЖЕНИЕ») служат заголовками структурных элементов. Данные наименования пишутся по центру страницы без точки в конце прописными (заглавными) буквами, не подчеркивая.

Разделы, параграфы должны иметь заголовки. Их следует нумеровать арабскими цифрами и записывать по центру страницы прописными (заглавными) буквами без точки в конце, не подчеркивая. Номер раздела указывается цифрой (например, 1, 2, 3), номер параграфа включает номер раздела и порядковый номер параграфа, разделенные точкой (например, 1.1, 2.1, 3.3). После номера раздела и параграфа в тексте точку не ставят. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой. Переносы слов в заголовках не допускаются. Не допускается писать заголовок параграфа на одном листе, а его текст – на другом.

В содержании работы наименования структурных элементов указываются с левого края страницы, при этом первая буква наименования является прописной (заглавной), остальные буквы являются строчными, например:

Введение

Технологический раздел

Заключение

Приложения

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ СОКРАЩЕНИЙ И АББРЕВИАТУР

Сокращение русских слов и словосочетаний допускается при условии соблюдения требований ГОСТ 7.12–93 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Сокращение слов на русском языке. Общие требования и правила».

В тексте письменной работы допускаются общепринятые сокращения и аббревиатуры, установленные правилами орфографии и соответствующими нормативными документами, например: год – г., годы – гг., и так далее – и т. д., метр – м, тысяча – тыс., миллион – млн, миллиард – млрд, триллион – трлн, страница – с., Российская Федерация – РФ, общество с ограниченной ответственностью – ООО.

При использовании авторской аббревиатуры необходимо при первом ее упоминании дать полную расшифровку, например: «... Уральский государственный горный университет (далее – УГГУ)...».

Не допускается использование сокращений и аббревиатур в заголовках письменной работы, глав и параграфов.

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ПЕРЕЧИСЛЕНИЙ

При необходимости в тексте работы могут быть приведены перечисления. Перед каждым элементом перечисления следует ставить дефис (иные маркеры не допустимы). Например:

«...заключение содержит:

- краткие выводы;
- оценку решений;
- разработку рекомендаций.»

При необходимости ссылки в тексте работы на один из элементов перечисления вместо дефиса ставятся строчные буквы в порядке русского алфавита, начиная с буквы а (за исключением букв ё, з, й, о, ч, ь, ы, ь). Для дальнейшей детализации перечислений необходимо использовать арабские цифры, после которых ставится скобка, а запись производится с абзачного отступа. Например:

- а) ...;
- б) ...;
- 1) ...;
- 2) ...;
- в) ...

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ РИСУНКОВ

В письменной работе для наглядности, уменьшения физического объема сплошного текста следует использовать иллюстрации – графики, схемы, диаграммы, чертежи, рисунки и фотографии. Все иллюстрации именуются рисунками. Их количество зависит от содержания работы и должно быть достаточно для того, чтобы придать ей ясность и конкретность.

На все рисунки должны быть даны ссылки в тексте работы, например: «... в соответствии с рисунком 2 ...» или «... тенденцию к снижению (рисунок 2)».

Рисунки следует располагать в работе непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые (при наличии достаточного пространства для помещения рисунка со всеми поясняющими данными), или на следующей странице. Если рисунок достаточно велик, его можно размещать на отдельном листе. Допускается поворот рисунка по часовой стрелке (если он выполнен на отдельном листе). Рисунки, размеры которых больше формата А4, учитывают, как одну страницу и помещают в приложении.

Рисунки, за исключением рисунков в приложениях, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией по всей работе. Каждый рисунок (схема, график, диаграмма) обозначается словом «Рисунок», должен иметь заголовок и подписываться следующим образом – посередине строки без абзачного отступа, например:



Рис. 1. Структура администрации организации

Если на рисунке отражены показатели, то после заголовка рисунка через запятую указывается единица измерения, например:

Рис. 1. Структура добычи, %

Рисунки каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения (например, рисунок А.3).

Если рисунок взят из первичного источника без авторской переработки, следует сделать ссылку, например:

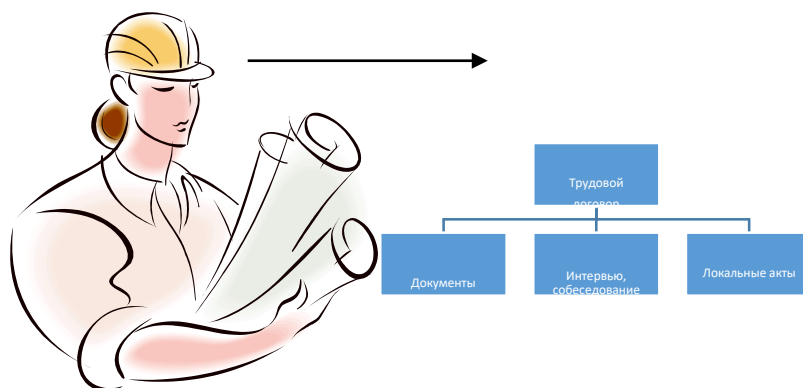


Рис. 1. Процесс заключения трудового договора [8, с. 46]

Если рисунок является авторской разработкой, необходимо после заголовка рисунка поставить знак сноски и указать в форме подстрочной сноски внизу страницы, на основании каких источников он составлен, например:

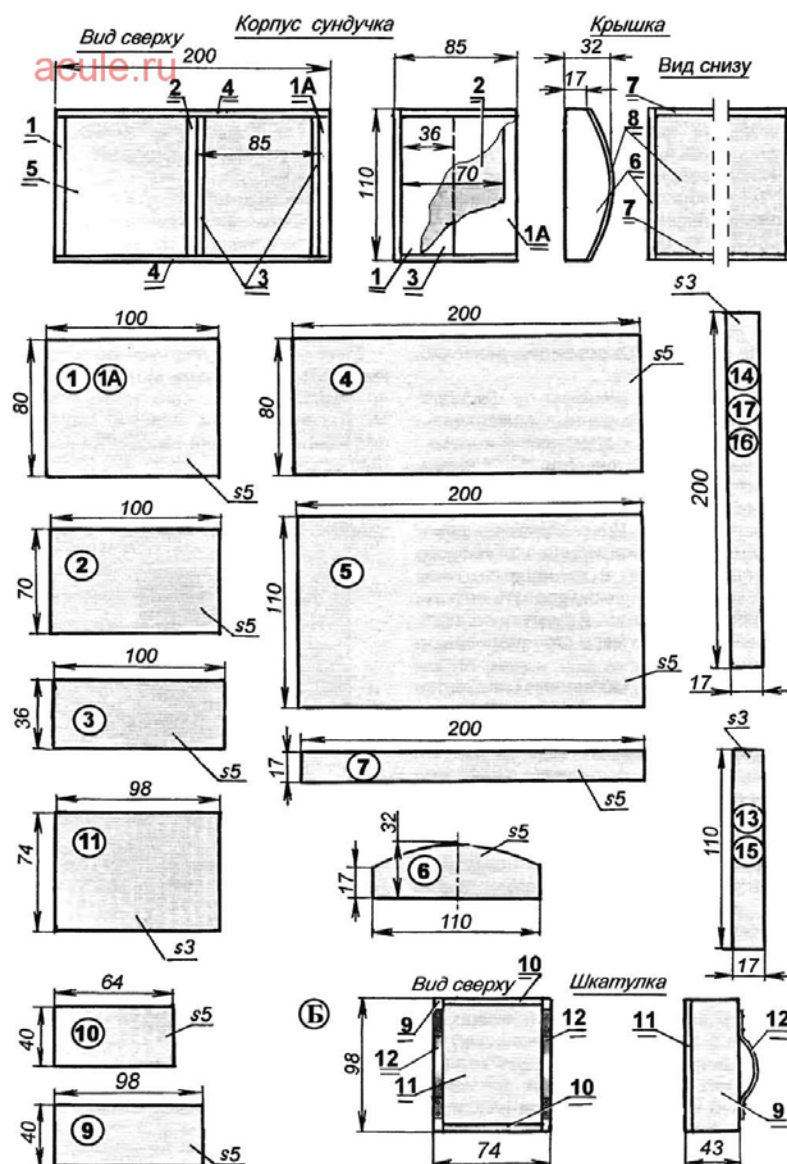


Рис. 2. шкатулка,.....¹

¹ Составлено автором

При необходимости между рисунком и его заголовком помещаются поясняющие данные (подрисовочный текст), например, легенда.

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ТАБЛИЦ

В письменной работе фактический материал в обобщенном и систематизированном виде может быть представлен в виде таблицы для наглядности и удобства сравнения показателей.

На все таблицы должны быть ссылки в работе. При ссылке следует писать слово «таблица» с указанием ее номера, например: «...в таблице 2 представлены ...» или «... характеризуется показателями (таблица 2)».

Таблицу следует располагать в работе непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице.

Таблицы, за исключением таблиц в приложениях, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией по всей работе. Каждая таблица должна иметь заголовок, который должен отражать ее содержание, быть точным, кратким. Заголовок таблицы следует помещать над таблицей слева, без абзацного отступа в одну строку с ее номером через тире, например:

Таблица 3

Технические требования к сырью

Наименование камня	Качественная характеристика сырья в бездефектной области камня	Минимальные размеры бездефектной области камня, мм	Сорт
Демантоид	Зеленый,	3*3*3	высший
	травяно-зеленый,	1,5*1,5*1,5	I
	светло-зеленый,	3*3*3	II
	золотисто-зеленый,	1,5*1,5*1,5	III
Пироп	табачный, шоколадный	3*3*3	IV
	красный, темно-красный, лилово-красный. Окраска равномерная интенсивная	5*5*5	I
	красный, темно-красный, лилово-красный. Окраска равномерная различной интенсивная	4*4*4	II

Если таблица взята из первичного источника без авторской переработки, следует сделать ссылку, например:

Таблица 2

Динамика основных показателей развития камнерезного искусства в России за 2015–2018 гг. [15, с. 35]

	2015	2016	2017	2018
Объем изделий, млрд. руб.				
.....				

Если таблица является авторской разработкой, необходимо после заголовка таблицы поставить знак сноски и указать в форме подстрочной сноски внизу страницы, на основании каких источников она составлена, например:

Количество оборудования¹

Вид оборудования	2016	2017
Бормашина	3	5
.....	3	7

Располагают таблицы на странице обычно вертикально. Помещенные на отдельной странице таблицы могут быть расположены горизонтально, причем графа с наименованиями показателей должна размещаться в левой части страницы. Слева, справа и снизу таблицы ограничивают линиями.

Таблицу с большим числом строк допускается переносить на другую страницу. При переносе части таблицы на другую страницу слово «Таблица» указывают один раз справа над первой частью таблицы. На странице, на которую перенесена часть таблицы, справа пишут «Продолжение таблицы» или «Окончание таблицы» с указанием номера таблицы и повторением шапки таблицы.

Если таблица переносится, то на странице, где помещена первая часть таблицы, нижняя ограничительная линия таблицы не проводится. Это же относится к странице (страницам), где помещено продолжение (продолжения) таблицы. Нижняя ограничительная линия таблицы проводится только на странице, где помещено окончание таблицы.

Заголовки граф и строк таблицы следует писать с прописной буквы в единственном числе, а подзаголовки граф – со строчной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной буквы, если они имеют самостоятельное значение. В конце заголовков и подзаголовков таблиц точки не ставят. Заголовки граф, как правило, записывают параллельно строкам таблицы. При необходимости допускается перпендикулярное расположение заголовков граф.

Примечания к таблице (подтабличные примечания) размещают непосредственно под таблицей в виде: а) общего примечания; б) сноски; в) отдельной графы или табличной строки с заголовком. Выделять примечание в отдельную графу или строку целесообразно лишь тогда, когда примечание относится к большинству строк или граф. Примечания к отдельным заголовкам граф или строк следует связывать с ними знаком сноски. Общее примечание ко всей таблице не связывают с ней знаком сноски, а помещают после заголовка «Примечание» или «Примечания», оформляют как внутритекстовое примечание.

Допускается применять размер шрифта в таблице меньший, чем в тексте работы, но не менее 10 pt.

Если все показатели, приведенные в графах таблицы, выражены в одной и той же единице измерения, то ее обозначение необходимо помещать над таблицей справа. Если показатели таблицы выражены в разных единицах измерения, то обозначение единицы измерения указывается после наименования показателя через запятую. Допускается при необходимости выносить в отдельную графу обозначения единиц измерения.

Текст, повторяющийся в строках одной и той же графы и состоящий из одиночных слов, чередующихся с цифрами, заменяют кавычками. Если повторяющийся текст состоит из двух или более слов, то при первом повторении его заменяют словами «То же», а далее – кавычками. Если предыдущая фраза является частью последующей, то допускается заменить ее словами «То же» и добавить дополнительные сведения. При наличии горизонтальных линий текст необходимо повторять. Если в ячейке таблицы приведен текст из нескольких предложений, то в последнем предложении точка не ставится.

¹ Составлено автором

Заменять кавычками повторяющиеся в таблице цифры, математические знаки, знаки процента и номера, обозначения нормативных материалов, марок материалов не допускается.

При отсутствии отдельных данных в таблице следует ставить прочерк (тире). Цифры в графах таблиц должны проставляться так, чтобы разряды чисел во всей графе были расположены один под другим, если они относятся к одному показателю. В одной графе должно быть соблюдено, как правило, одинаковое количество десятичных знаков для всех значений величин.

Если таблицы размещены в приложении, их нумерация имеет определенные особенности. Таблицы каждого приложения нумеруют отдельной нумерацией арабскими цифрами. При этом перед цифрой, обозначающей номер таблицы в приложении, ставится буква соответствующего приложения, например:

Таблица В.1.– Динамика показателей за 2016–2017 гг.

Если в документе одна таблица, то она должна быть обозначена «Таблица 1» или «Таблица В.1», если она приведена в приложении (допустим, В).

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ПРИМЕЧАНИЙ И ССЫЛОК

При необходимости пояснить содержание текста, таблицы или иллюстрации в работе следует помещать примечания. Их размещают непосредственно в конце страницы, таблицы, иллюстрации, к которым они относятся, и печатают с прописной буквы с абзацного отступа после слова «Примечание» или «Примечания». Если примечание одно, то после слова «Примечание» ставится тире и примечание печатается с прописной буквы. Одно примечание не нумеруют. Если их несколько, то после слова «Примечания» ставят двоеточие и каждое примечание печатают с прописной буквы с новой строки с абзацного отступа, нумеруя их по порядку арабскими цифрами.

Цитаты, а также все заимствования из печати данные (нормативы, цифры и др.) должны иметь библиографическую ссылку на первичный источник. Ссылка ставится непосредственно после того слова, числа, предложения, по которому дается пояснение, в квадратных скобках. В квадратных скобках указывается порядковый номер источника в соответствии со списком использованных источников и номер страницы, с которой взята информация, например: [4, с. 32]. Это значит, использован четвертый источник из списка литературы со страницы 32. Если дается свободный пересказ принципиальных положений тех или иных авторов, то достаточно указать в скобках после изложения заимствованных положений номер источника по списку использованной литературы без указания номера страницы.

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ СПИСКА ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Оформлению списка использованных источников, прилагаемого к отчету, следует уделять самое серьезное внимание.

Сведения об источниках приводятся в следующем порядке:

1) **книги, статьи, материалы конференций и семинаров.** Располагаются по алфавиту фамилии автора или названию, если книга печатается под редакцией. Например:

9. Трудовое право России [Текст]: учебник / Под ред. Л.А.Сыроватской. - М.: Юристъ, 2006. - 280 с.

10. Семенов, В.В. Философия: итог тысячелетий. Философская психология [Текст] / В.В. Семенов; Рос. акад. наук, Пушчин. науч. центр, Ин-т биофизики клетки, Акад. проблем сохранения жизни. - Пушино: ПНЦ РАН, 2000. - 64 с.

11. Черткова, Е.Л. Утопия как способ постижения социальной действительности [Электронный ресурс] / Е.Л. Черткова // Социемы: журнал Уральского гос. ун-та. - 2002. - N 8. – Режим доступа: <http://www2.usu.ru/philosoph/chertkova>.

2) **инструктивные материалы, методические рекомендации, реферативная информация, нормативно-справочные материалы.** Располагаются по алфавиту. Например:

13. Временные методические рекомендации по вопросам реструктуризации бюджетной сферы и повышения эффективности расходов региональных и местных бюджетов (Краткая концепция реструктуризации государственного и муниципального сектора и повышения эффективности бюджетных расходов на региональном и местном уровнях) [Текст]. - М.: ИЭПП, 2006. - 67 с.

14. Свердловская область в 1992-1996 годах [Текст]: Стат. сб. / Свердлов. обл. комитет гос. статистики Госкомстата РФ. - Екатеринбург, 1997. - 115 с.

3) **интернет-сайты.** Например:

21. Министерство финансов Российской Федерации: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.minfin.ru>

22. Российская книжная палата: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.bookchamber.ru>

В списке использованных источников применяется сквозная нумерация с применением арабского алфавита. Все объекты печатаются единым списком, группы объектов не выделяются, источники печатаются с абзацного отступа.

Объекты описания списка должны быть обозначены терминами в квадратных скобках²:

- [Видеозапись];
- [Мультимедиа];
- [Текст];
- [Электронный ресурс].

При занесении источников в список литературы следует придерживаться установленных правил их библиографического описания.

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ПРИЛОЖЕНИЙ

В приложения рекомендовано включать материалы, которые по каким-либо причинам не могут быть включены в основную часть: материалы, дополняющие работу; таблицы вспомогательных цифровых данных; инструкции, методики, описания алгоритмов и программ задач, иллюстрации вспомогательного характера; нормативные правовые акты, например, должностные инструкции. В приложения также включают иллюстрации, таблицы и распечатки, выполненные на листах формата А3.

Приложения оформляют как продолжение данного документа на последующих его листах после списка использованных источников.

Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ь, Ы, Ъ (ПРИЛОЖЕНИЕ А, ПРИЛОЖЕНИЕ Б, ПРИЛОЖЕНИЕ В и т.д.). Допускается обозначение приложений буквами латинского алфавита, за исключением букв I и O. В случае полного использования букв русского и латинского алфавитов допускается обозначать приложения арабскими цифрами.

Само слово «ПРИЛОЖЕНИЕ» пишется прописными (заглавными) буквами.

Если в работе одно приложение, оно обозначается «ПРИЛОЖЕНИЕ А».

Каждое приложение следует начинать с новой страницы. При этом слово «ПРИЛОЖЕНИЕ» и его буквенное обозначение пишутся с абзацного отступа.

Приложение должно иметь заголовок, который записывают на следующей строке после слова «ПРИЛОЖЕНИЕ» с абзацного отступа. Заголовок пишется с прописной буквы.

² Полный перечень см. в: Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления [Текст]: ГОСТ 7.1-2003.

В тексте работы на все приложения должны быть даны ссылки, например: «... в приложении Б...». Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте работы.

Текст каждого приложения, при необходимости, может быть разделен на разделы, подразделы, пункты, подпункты, которые нумеруют в пределах каждого приложения. Перед номером ставится обозначение этого приложения.

Приложения должны иметь общую с остальной частью документа сквозную нумерацию страниц.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Образец оформления титульного листа отчета по практике



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный горный университет»
(ФГБОУ ВО «УГГУ»)
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30



Кафедра Технологии и техники разведки МПИ

ОТЧЕТ **о прохождении ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ** **(ПРОЕКТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ)** **практики, ч. 3**

Направление: 29.03.04
*Технология художественной обработки
материалов*

Студент: Иванов А.А.
Группа: ТХО-25

Руководитель практики:
Кожевников А.В.

Оценка _____

Подпись _____

Екатеринбург
2025

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Образец оформления содержания отчета по учебной практике

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	3
1	Технологический раздел	5
1.1	Разработка эскиза	...
1.2	Подбор камнесамоцветного сырья	...
		...
2	Безопасность жизнедеятельности	
	Заключение	
	Приложения	

ПРИЛОЖЕНИЕ В



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный горный университет»
(ФГБОУ ВО «УГГУ»)
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30

НАПРАВЛЕНИЕ НА ПРАКТИКУ

Студент _____
(фамилия, имя, отчество)

_____ курса факультета Геологии и геофизики _____

Направление 29.03.04 Технология художественной обработки материалов
направляется в _____

учебно-экспериментальную лабораторию камнерезного и ювелирного
творчества студентов кафедры ТТР МПИ
(наименование и адрес организации)

для прохождения технологической практики с _____ по _____

М.П.

Декан факультета _____

Руководитель практики от университета _____

тел. кафедры: 8(343) _____

ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ НА ПЕРИОД ПРАКТИКИ

Содержание индивидуального задания

Оценка выполнения индивидуального задания

График (план) прохождения практики

Период	Характеристика работы	Текущий контроль (выполнено/не выполнено)	Подпись руководителя практики от университета/ организации
1 день практики 01.07.2025	Проведение инструктажа в организации по технике безопасности и охране труда		
02.07.2025- 03.07.2025	Разработка дизайн-проекта		
...	...		
15.07.2025- 30.07.2025	Выполнение камнерезного изделия		

СОГЛАСОВАНО:

Подпись руководителя практики от университета _____

Подпись руководителя практики от организации _____

ХАРАКТЕРИСТИКА С МЕСТА ПРАКТИКИ СТУДЕНТА

(фамилия, имя, отчество)

Заключение организации о работе студента за период практики (технологические навыки, деловые качества, активность, дисциплина, участие в общественной работе организации)

This image shows a blank sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

Число пропущенных дней за время практики:

а) по уважительным причинам

б) по неуважительным причинам _____

« _____ » 20 ____ г.

Печать и подпись руководителя организации _____

И.О. Фамилия

Отзыв
об отчете о прохождении практики студента
(заполняется руководителем практики от университета)

1. Выводы (характеристика отчета в целом, соответствие объема, содержания отчета программе):

2. Недостатки отчета:

Оценка по результатам защиты:

Руководитель практики от университета

(подпись)

И.О. Фамилия

«__» _____ 20__ г.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ СТУДЕНТА НА ПРАКТИКЕ

Характеристика должна содержать указание на отношение студента к работе, оценку его теоретических знаний, умение применять теоретические знания на практике, степень выраженности необходимых личностных и профессиональных качеств, вывод руководителя практики от Организации о полноте выполнения индивидуального задания и отсутствии / наличии замечаний к прохождению практики студента

Характеристика студента с места практики описывает его профессиональную подготовку, теоретические знания, практические навыки и деловые качества, которые он проявил в период прохождения практики. Писать документ нужно в официальном стиле, при этом необходимо указать в характеристике следующие сведения:

- фамилия и инициалы обучающегося;
- обязанности обучающегося в период прохождения практики;
- профессиональные качества студента;
- особенности студента, проявленные при общении с трудовым коллективом;
- практические навыки, освоенные студентом;
- оценку, выставленную студенту по результатам прохождения практики].

Главная цель составления характеристики студента с места практики — описание его профессиональной подготовки, а также новых знаний и навыков, которые он приобрел в процессе практической деятельности в конкретной организации. Подробная характеристика позволит руководителю практики со стороны учебного заведения объективно оценить ее эффективность и поставить обучающемуся справедливую оценку.

Например

Иванов А.А. проходил практику в учебно-экспериментальной лаборатории камнерезного и ювелирного творчества кафедры ТТР МПИ УГГУ, практика была организована в соответствии с программой. В период прохождения практики Иванов А.А. зарекомендовала себя с положительной стороны, дисциплинированным практикантом, стремящимся к получению новых знаний, навыков и умений, нацелена на повышение своей будущей профессиональной квалификации.

В период практики Иванов А.А. ознакомился с технологией изготовления

Под руководством опытного специалиста, учебного мастера..... изучал, методические материалы по; получил навыки работы на камнерезном оборудовании,

К поручениям руководителя практики и выполняемой работе относилась добросовестно. Во время прохождения практики продемонстрировала знание теоретического материала, профессиональной терминологии...; умение применять теоретические знания на практике; продемонстрировала навыки проведения, умение найти.... и применить их; грамотно оформлял документацию.....

Индивидуальное задание выполнено в полном объеме, замечаний к прохождению практики нет.

Практика Иванова А.А. заслуживает положительной оценки.

Руководитель

_____ (подпись) _____ ФИО



Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение ВО
«Уральский государственный горный
университет»

МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ
ПО ПРЕДДИПЛОМНОЙ
ПРАКТИКЕ

для студентов направления

29.03.04 - ТЕХНОЛОГИЯ ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ

очного обучения

Екатеринбург
2020

Практика – форма практической подготовки. Практика ориентирована на практическую подготовку путём непосредственного выполнения обучающимся определённых видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью. Практическая подготовка способствует развитию и повышению мотивации к профессиональной деятельности, осознанию себя как компетентного специалиста. Кроме того, она позволяет обучающемуся попробовать свои силы в выбранной профессии, научиться применять теоретические знания, полученные в ходе теоретического обучения.

Преддипломная практика позволяет сформировать у студентов навыки практической *производственно-технологической* деятельности.

Основная цель преддипломной практики - выполнение выпускной квалификационной работы.

Задачами преддипломной практики являются:

- практическое закрепление теоретических знаний, полученных в период обучения;
- приобретение практических навыков самостоятельной работы;
- изучение и усвоение технологии, применяемой на предприятии;
- изучение организации труда;
- сбор материалов в соответствии с заданием для написания дипломной работы.

МЕСТО ПРАКТИКИ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Преддипломная практика студентов УГГУ является составной частью основной профессиональной образовательной программы высшего образования, входит в Блок 2 «Практики» части, формируемой участниками образовательных отношений, и представляет собой одну из форм организации учебного процесса, заключающуюся в профессионально-практической подготовке обучающихся в университете и на базах практики.

ОБЪЕМ ПРАКТИКИ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ И ЕЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ В НЕДЕЛЯХ ЛИБО В АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСАХ

Общая трудоемкость преддипломной практики составляет 12 зачетных единиц, 432 часа.

Общее время прохождения преддипломной практики студентов 8 недель 56 календарных дней.

СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИКИ

№ п/п	№ недели	Разделы (этапы) практики и содержание, место прохождения практики	Трудоемкость (в часах) -учебная работа/самостоятельная работа		Формы контроля
			учебная	СР	
		<i>Подготовительный (организационный) этап</i>			
1		Организационное собрание, сбор и изучение рекомендуемой литературы, получение необходимых консультаций по организации и методике проведения работ со стороны руководителя практики от кафедры	1		собеседование
2		Правила техники безопасности при работе на камнерезном оборудовании.	1		заполнение журнала практики
		<i>Основной этап</i>			
3		Разработка эскиза	4		эскиз
4		Разработка технологической карты	4		тех. карта

5		Изготовление камнерезного и/или ювелирного изделия	200		изделие
		<i>Итоговый (заключительный) этап</i>			
		Подготовка отчета о практике, защита отчета	6		Защита отчета по итогам прохождения практики
		Итого	216	108	Зачет

Организация **преддипломной практики** на местах возлагается на руководителя организации, которые знакомят студентов с порядком прохождения производственной практики, назначают её руководителем практического работника и организуют прохождение практики в соответствии с программой практики.

Общие рекомендации студентам по прохождению преддипломной практики:

Перед прохождением практики студент должен изучить программу, представленную учебно-методическую документацию по практике и обратиться к соответствующим нормативным материалам, литературе с тем, чтобы быть подготовленным к выполнению поручений, данных руководителем практики, к решению задач практики, конкретных практических вопросов.

Студенты должны подготовить: ксерокопии своих свидетельств о постановке на учет в налоговом органе (ИНН), пенсионного страхования; получить при необходимости медицинскую справку по форме, требуемой предприятием-базой практики, в поликлинике, к которой прикреплены; подготовить фотографии (формат по требованию предприятия-базы практики) и паспортные данные (ксерокопии разворотов с фотографией и регистрацией места жительства) для оформления пропусков на предприятия, при необходимости.

В рамках *самостоятельной работы* студенту рекомендуется проработать конспекты лекций, учебников и других технических изданий, технической документации камнеобрабатывающих предприятий, Контроль качества самостоятельной работы студентов производится при защите отчёта по практике.

При прохождении практики обучающиеся обязаны:

своевременно прибыть на место прохождения практики, иметь при себе все необходимые документы: паспорт, индивидуальное задание, план (график) практики;

подчиняться действующим правилам внутреннего трудового распорядка организации – места прохождения практики;

изучить и строго соблюдать правила охраны труда, техники безопасности, производственной санитарии и промышленной безопасности;

полностью выполнять задания, предусмотренные программой практики;

выполнять задания руководителя практики от организации;

быть вежливым, внимательным в общении с работниками;

вести записи о проделанной работе, чтобы в дальнейшем в отчете описать содержание проделанной работы;

в установленный срок отчитаться о прохождении практики руководителю практики от кафедры, подготовить и сдать отчет и другие документы практики на кафедру.

При подготовке к практике и во время прохождения практики рекомендуется по возникшим вопросам обращаться к учебной литературе, методическим материалам.

При возникновении затруднений в процессе практики студент может обратиться к руководителю практики от университета либо от организации-базы практики и получить необходимые разъяснения.

Примерный план прохождения практики:

Задание	Отчетность
<i>Формирование профессиональных компетенций (умений и навыков)</i>	
1. Подготовить эскиз, модель из пластичных материалов изготавливаемого изделия	приложение к отчету.
2. Подобрать камнесамоцветное сырье, камнеобрабатывающее оборудование и инструмент. Назначить технологический процесс (технологическая карта).	В отчете Технологический раздел
3. Выполнить изделие по утвержденному эскизу и технологической карте и под наблюдением учебного мастера.	В отчете Технологический раздел, описание выполненных операций.

Сбор материалов для отчёта

Собрать материалы по следующим разделам:

а) описание каменного сырья, используемого в производстве: его физико-механические и геммологические характеристики; сортность и качество; краткое описание месторождения, из которого сырье поступает на производство.

б) технико-технологические материалы: характеристики камнеобрабатывающего оборудования, его состав, количество, размещение в цехах; камнеобрабатывающий инструмент и абразивные материалы, оборудование, приспособления, оснастка (марки, типоразмеры, зернистость, схема расположения и использования);

технологические материалы, реагенты и растворы, используемые при обработке камня;

технологические операции на различных стадиях обработки: их последовательность, продолжительность, особенности (в зависимости от свойств камня, абразивности инструмента, режимных параметров обработки, характера операции и т. п.).

СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Отчет составляется непосредственно в период прохождения практики на основании личных наблюдений, изучения проектных и отчетных документов предприятия, а также фондовых и производственных материалов.

Отчет должен содержать следующие разделы:

Введение.

1. Технический раздел.
2. Технологический раздел.
3. Заключение.

Во **введении** дается описание предприятия, на котором студент проходил производственную или преддипломную практику, а также перечня продукции, выпускаемой им.

Приводится тема индивидуального задания, выданного руководителем.

В **техническом разделе** студент должен описать:

- процесс производства камнерезных изделий;
- основные принципы организации производства;
- проектирование процесса во времени;
- специализацию камнерезного предприятия, на котором он проходил практику;
- типы организации производства: единичный, серийный, массовый;
- организация труда на камнерезном предприятии: основные формы разделения труда, формы кооперации труда;

- расстановку кадров на предприятии;
- организация рабочих мест и совершенствование трудовых процессов;
- создание рациональных условий труда и отдыха, охрана труда.

Далее приводится описание конструкции изделия, изготавливаемого студентом, выбранного в качестве индивидуального задания. Описываются технологические процессы всех этапов изготовления изделия, начиная с заготовительной и заканчивая отделочной операциями, упаковкой, транспортировкой и его хранением.

Приводится расчет соответствующих технологических режимов, выбор или проектирование специального инструмента, оснастки и приспособлений на основе технических условий на изделие и программы выпуска.

Приводится перечень оборудования, которое задействовано в производстве изделия.

Фотографии или рисунки изготавливаемого изделия можно привести в тексте раздела или вынести в приложения.

В **техническом разделе** приводится перечень оборудования, которое находится в ведении данного предприятия. Необходимо описать его назначение и привести основные технические характеристики.

Если предприятие использует в своей деятельности какое-либо нестандартное оборудование, то необходимо дать подробное описание его, назначение, устройство и принцип работы, а также привести технические данные. Сравнить данное оборудование с серийно выпускаемым и показать в чем его преимущество. Данные материалы приводятся с разрешения технического руководства предприятия.

Кроме того, в данном разделе дается описание инструмента, применяемого на предприятии.

Чертежи, фотографии или рисунки, описываемого оборудования и инструмента можно привести в тексте или вынести в приложения.

В **заключении** приводятся итоги прошедшей практики, где студент дает оценку их результатам. Так, например, какой он приобрел опыт и навыки на определенных операциях при обработке камня, на сколько удачно, на его взгляд, ему удалось выполнить индивидуальное задание.

Если в процессе прохождения практики имели место какие-либо негативные моменты (не было руководителя от предприятия, невозможно было получить документацию на оборудование, геологические материалы и т.д.) их необходимо отразить в данном разделе.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Поленов Ю. А., Огородников В. Н. Художественная обработка камня: методическое пособие. Часть 2. - Екатеринбург, УГГУ, 2012. - 128 с.

Поленов Ю. А., Огородников В. Н. Художественная обработка камня: методическое пособие. Часть 4. - Екатеринбург, УГГУ, 2012. - 83 с.

Синкенес Дж. Руководство по обработке драгоценных и поделочных камней: пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 423 с.

Викторов И. П., Рыскин Ф. В. Шлифовщик-полировщик изделий из камня. – Л.: Изд-во литературы по строительству, 1972.

Малин В. И. Облицовка поверхностей природным камнем. – М.: Высшая школа, 1977.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ОТЧЕТА ПО ПРЕДДИПЛОМНОЙ ПРАКТИКЕ

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

Оформление отчета осуществляется в соответствии с требованиями государственных стандартов и университета.

Отчет выполняется печатным способом с использованием компьютера.

Каждая страница текста, включая иллюстрации и приложения, нумеруется арабскими цифрами, кроме титульного листа и содержания, по порядку без пропусков и повторений. Номера страниц проставляются, начиная с введения (третья страница), в центре нижней части листа без точки.

Текст работы следует печатать, соблюдая следующие размеры полей: правое – 10 мм, верхнее и нижнее – 20 мм, левое – 30 мм.

Рекомендуемым типом шрифта является Times New Roman, размер которого 14 pt (пунктов) (на рисунках и в таблицах допускается применение более мелкого размера шрифта, но не менее 10 pt).

Текст печатается через 1,5-ый интервал, красная строка – 1,25 см.

Цвет шрифта должен быть черным, необходимо соблюдать равномерную плотность, контрастность и четкость изображения по всей работе. Разрешается использовать компьютерные возможности акцентирования внимания на определенных терминах и формулах, применяя курсив, полужирный шрифт не применяется.

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ НАИМЕНОВАНИЙ И НУМЕРАЦИИ СТРУКТУРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ, ГЛАВ И ПАРАГРАФОВ

Отчет должен включать следующие структурные элементы: титульный лист, содержание, введение, основной текст, заключение, приложения (является дополнительным элементом). Основной текст может быть разделен на разделы и параграфы.

Каждый структурный элемент отчета (титульный лист, содержание, введение, заключение, приложение) и разделы необходимо начинать с новой страницы. Следующий параграф внутри одного раздела начинается через 2 межстрочных интервала на том же листе, где закончился предыдущий.

Расстояние между заголовком структурного элемента и текстом, заголовками главы и параграфа, заголовком параграфа и текстом составляет 2 межстрочных интервала.

Наименования структурных элементов письменной работы («СОДЕРЖАНИЕ», «ВВЕДЕНИЕ», «ЗАКЛЮЧЕНИЕ», «ПРИЛОЖЕНИЕ») служат заголовками структурных элементов. Данные наименования пишутся по центру страницы без точки в конце прописными (заглавными) буквами, не подчеркивая.

Разделы, параграфы должны иметь заголовки. Их следует нумеровать арабскими цифрами и записывать по центру страницы прописными (заглавными) буквами без точки в конце, не подчеркивая. Номер раздела указывается цифрой (например, 1, 2, 3), номер параграфа включает номер раздела и порядковый номер параграфа, разделенные точкой (например, 1.1, 2.1, 3.3). После номера раздела и параграфа в тексте точку не ставят. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой. Переносы слов в заголовках не допускаются. Не допускается писать заголовок параграфа на одном листе, а его текст – на другом.

В содержании работы наименования структурных элементов указываются с левого края страницы, при этом первая буква наименования является прописной (заглавной), остальные буквы являются строчными, например:

Введение

Технологический раздел

Заключение

Приложения

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ СОКРАЩЕНИЙ И АББРЕВИАТУР

Сокращение русских слов и словосочетаний допускается при условии соблюдения требований ГОСТ 7.12–93 «Система стандартов по информации, библиотечному и

издательскому делу. Библиографическая запись. Сокращение слов на русском языке. Общие требования и правила».

В тексте письменной работы допускаются общепринятые сокращения и аббревиатуры, установленные правилами орфографии и соответствующими нормативными документами, например: год – г., годы – гг., и так далее – и т. д., метр – м, тысяч – тыс., миллион – млн, миллиард – млрд, триллион – трлн, страница – с., Российская Федерация – РФ, общество с ограниченной ответственностью – ООО.

При использовании авторской аббревиатуры необходимо при первом ее упоминании дать полную расшифровку, например: «... Уральский государственный горный университет (далее – УГГУ)...».

Не допускается использование сокращений и аббревиатур в заголовках письменной работы, глав и параграфов.

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ПЕРЕЧИСЛЕНИЙ

При необходимости в тексте работы могут быть приведены перечисления. Перед каждым элементом перечисления следует ставить дефис (иные маркеры не допустимы). Например:

«...закключение содержит:

- краткие выводы;
- оценку решений;
- разработку рекомендаций.»

При необходимости ссылки в тексте работы на один из элементов перечисления вместо дефиса ставятся строчные буквы в порядке русского алфавита, начиная с буквы а (за исключением букв ё, з, й, о, ч, ь, ы, ь). Для дальнейшей детализации перечислений необходимо использовать арабские цифры, после которых ставится скобка, а запись производится с абзацного отступа. Например:

- а) ...;
- б) ...;
- 1) ...;
- 2) ...;
- в) ...

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ РИСУНКОВ

В письменной работе для наглядности, уменьшения физического объема сплошного текста следует использовать иллюстрации – графики, схемы, диаграммы, чертежи, рисунки и фотографии. Все иллюстрации именуются рисунками. Их количество зависит от содержания работы и должно быть достаточно для того, чтобы придать ей ясность и конкретность.

На все рисунки должны быть даны ссылки в тексте работы, например: «... в соответствии с рисунком 2 ...» или «... тенденцию к снижению (рисунок 2)».

Рисунки следует располагать в работе непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые (при наличии достаточного пространства для помещения рисунка со всеми поясняющими данными), или на следующей странице. Если рисунок достаточно велик, его можно размещать на отдельном листе. Допускается поворот рисунка по часовой стрелке (если он выполнен на отдельном листе). Рисунки, размеры которых больше формата А4, учитывают, как одну страницу и помещают в приложении.

Рисунки, за исключением рисунков в приложениях, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией по всей работе. Каждый рисунок (схема, график, диаграмма) обозначается словом «Рисунок», должен иметь заголовок и подписываться следующим образом – посередине строки без абзацного отступа, например:



Рис. 1. Структура администрации организации

Если на рисунке отражены показатели, то после заголовка рисунка через запятую указывается единица измерения, например:

Рис. 1. Структура добычи, %

Рисунки каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения (например, рисунок А.3).

Если рисунок взят из первичного источника без авторской переработки, следует сделать ссылку, например:

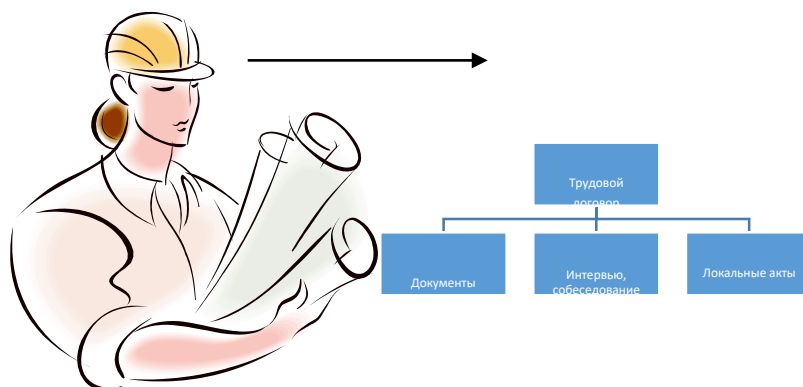


Рис. 1. Процесс заключения трудового договора [8, с. 46]

Если рисунок является авторской разработкой, необходимо после заголовка рисунка поставить знак сноски и указать в форме подстрочной сноски внизу страницы, на основании каких источников он составлен, например:

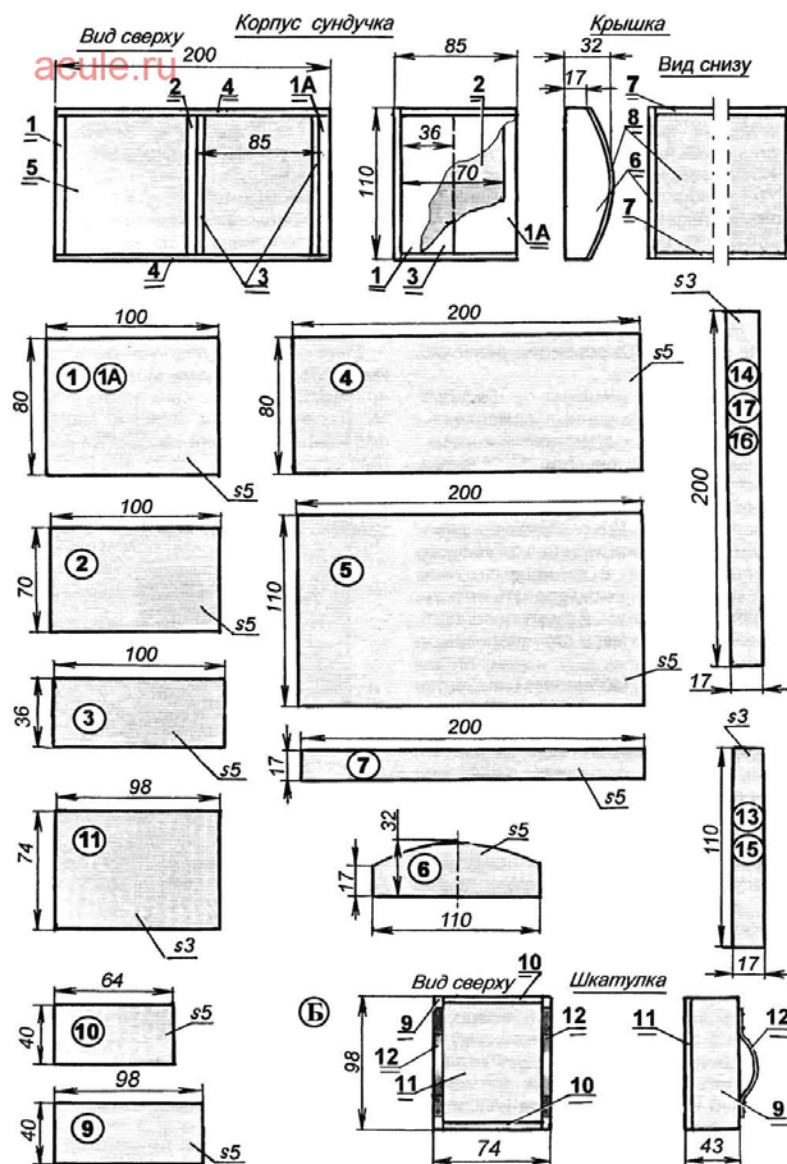


Рис. 2. шкатулка,.....¹

При необходимости между рисунком и его заголовком помещаются поясняющие данные (подрисуночный текст), например, легенда.

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ТАБЛИЦ

В письменной работе фактический материал в обобщенном и систематизированном виде может быть представлен в виде таблицы для наглядности и удобства сравнения показателей.

На все таблицы должны быть ссылки в работе. При ссылке следует писать слово «таблица» с указанием ее номера, например: «...в таблице 2 представлены ...» или «... характеризуется показателями (таблица 2)».

Таблицу следует располагать в работе непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице.

Таблицы, за исключением таблиц в приложениях, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией по всей работе. Каждая таблица должна иметь заголовок, который должен отражать ее содержание, быть точным, кратким. Заголовок таблицы

¹ Составлено автором

следует помещать над таблицей слева, без абзацного отступа в одну строку с ее номером через тире, например:

Таблица 3

Технические требования к сырью

Наименование камня	Качественная характеристика сырья в бездефектной области камня	Минимальные размеры бездефектной области камня, мм	Сорт
Демантоид	Зеленый, травяно-зеленый, светло-зеленый, золотисто-зеленый, табачный, шоколадный	3*3*3 1,5*1,5*1,5 3*3*3 1,5*1,5*1,5 3*3*3	высший I II III IV
Пироп	красный, темно-красный, лилово-красный. Окраска равномерная интенсивная красный, темно-красный, лилово-красный. Окраска равномерная различной интенсивная	5*5*5 4*4*4	I II

Если таблица взята из первичного источника без авторской переработки, следует сделать ссылку, например:

Таблица 2

Динамика основных показателей развития камнерезного искусства в России за 2015–2018 гг. [15, с. 35]

	2015	2016	2017	2018
Объем изделий, млрд. руб.				
.....				

Если таблица является авторской разработкой, необходимо после заголовка таблицы поставить знак сноски и указать в форме подстрочной сноски внизу страницы, на основании каких источников она составлена, например:

Таблица 3

Количество оборудования¹

Вид оборудования	2016	2017
Бормашина	3	5
.....	3	7

Располагают таблицы на странице обычно вертикально. Помещенные на отдельной странице таблицы могут быть расположены горизонтально, причем графа с наименованиями показателей должна размещаться в левой части страницы. Слева, справа и снизу таблицы ограничивают линиями.

Таблицу с большим числом строк допускается переносить на другую страницу. При переносе части таблицы на другую страницу слово «Таблица» указывают один раз справа над первой частью таблицы. На странице, на которую перенесена часть таблицы, справа пишут «Продолжение таблицы» или «Окончание таблицы» с указанием номера таблицы и повторением шапки таблицы.

Если таблица переносится, то на странице, где помещена первая часть таблицы, нижняя ограничительная линия таблицы не проводится. Это же относится к странице (страницам), где помещено продолжение (продолжения) таблицы. Нижняя ограничительная линия таблицы проводится только на странице, где помещено окончание таблицы.

¹ Составлено автором

Заголовки граф и строк таблицы следует писать с прописной буквы в единственном числе, а подзаголовки граф – со строчной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной буквы, если они имеют самостоятельное значение. В конце заголовков и подзаголовков таблиц точки не ставят. Заголовки граф, как правило, записывают параллельно строкам таблицы. При необходимости допускается перпендикулярное расположение заголовков граф.

Примечания к таблице (подтабличные примечания) размещают непосредственно под таблицей в виде: а) общего примечания; б) сноски; в) отдельной графы или табличной строки с заголовком. Выделять примечание в отдельную графу или строку целесообразно лишь тогда, когда примечание относится к большинству строк или граф. Примечания к отдельным заголовкам граф или строк следует связывать с ними знаком сноски. Общее примечание ко всей таблице не связывают с ней знаком сноски, а помещают после заголовка «Примечание» или «Примечания», оформляют как внутритекстовое примечание.

Допускается применять размер шрифта в таблице меньший, чем в тексте работы, но не менее 10 pt.

Если все показатели, приведенные в графах таблицы, выражены в одной и той же единице измерения, то ее обозначение необходимо помещать над таблицей справа. Если показатели таблицы выражены в разных единицах измерения, то обозначение единицы измерения указывается после наименования показателя через запятую. Допускается при необходимости выносить в отдельную графу обозначения единиц измерения.

Текст, повторяющийся в строках одной и той же графы и состоящий из одиночных слов, чередующихся с цифрами, заменяют кавычками. Если повторяющийся текст состоит из двух или более слов, то при первом повторении его заменяют словами «То же», а далее – кавычками. Если предыдущая фраза является частью последующей, то допускается заменить ее словами «То же» и добавить дополнительные сведения. При наличии горизонтальных линий текст необходимо повторять. Если в ячейке таблицы приведен текст из нескольких предложений, то в последнем предложении точка не ставится.

Заменять кавычками повторяющиеся в таблице цифры, математические знаки, знаки процента и номера, обозначения нормативных материалов, марок материалов не допускается.

При отсутствии отдельных данных в таблице следует ставить прочерк (тире). Цифры в графах таблиц должны проставляться так, чтобы разряды чисел во всей графе были расположены один под другим, если они относятся к одному показателю. В одной графе должно быть соблюдено, как правило, одинаковое количество десятичных знаков для всех значений величин.

Если таблицы размещены в приложении, их нумерация имеет определенные особенности. Таблицы каждого приложения нумеруют отдельной нумерацией арабскими цифрами. При этом перед цифрой, обозначающей номер таблицы в приложении, ставится буква соответствующего приложения, например:

Таблица В.1.– Динамика показателей за 2016–2017 гг.

Если в документе одна таблица, то она должна быть обозначена «Таблица 1» или «Таблица В.1», если она приведена в приложении (допустим, В).

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ СПИСКА ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Оформлению списка использованных источников, прилагаемого к отчету, следует уделять самое серьезное внимание.

Сведения об источниках приводятся в следующем порядке:

1) **книги, статьи, материалы конференций и семинаров.** Располагаются по алфавиту фамилии автора или названию, если книга печатается под редакцией. Например:

1. Трудовое право России [Текст]: учебник / Под ред. Л.А.Сыроватской. - М.: Юрист, 2006. - 280 с.

2. Семенов, В.В. Философия: итог тысячелетий. Философская психология [Текст] / В.В. Семенов; Рос. акад. наук, Пущин. науч. центр, Ин-т биофизики клетки, Акад. проблем сохранения жизни. - Пущино: ПНЦ РАН, 2000. - 64 с.

3. Черткова, Е.Л. Утопия как способ постижения социальной действительности [Электронный ресурс] / Е.Л. Черткова // Социемы: журнал Уральского гос. ун-та. - 2002. - N 8. – Режим доступа: <http://www2.usu.ru/philosoph/chertkova>.

2) **инструктивные материалы, методические рекомендации, реферативная информация, нормативно-справочные материалы.** Располагаются по алфавиту. Например:

1. Временные методические рекомендации по вопросам реструктуризации бюджетной сферы и повышения эффективности расходов региональных и местных бюджетов (Краткая концепция реструктуризации государственного и муниципального сектора и повышения эффективности бюджетных расходов на региональном и местном уровнях) [Текст]. - М.: ИЭПП, 2006. - 67 с.

2. Свердловская область в 1992-1996 годах [Текст]: Стат. сб. / Свердл. обл. комитет гос. статистики Госкомстата РФ. - Екатеринбург, 1997. - 115 с.

3) **интернет-сайты.** Например:

1. Министерство финансов Российской Федерации: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.minfin.ru>

2. Российская книжная палата: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.bookchamber.ru>

В списке использованных источников применяется сквозная нумерация с применением арабского алфавита. Все объекты печатаются единым списком, группы объектов не выделяются, источники печатаются с абзацного отступа.

Объекты описания списка должны быть обозначены терминами в квадратных скобках²:

- [Видеозапись];
- [Мультимедиа];
- [Текст];
- [Электронный ресурс].

При занесении источников в список литературы следует придерживаться установленных правил их библиографического описания.

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ПРИЛОЖЕНИЙ

В приложения рекомендовано включать материалы, которые по каким-либо причинам не могут быть включены в основную часть: материалы, дополняющие работу; таблицы вспомогательных цифровых данных; инструкции, методики, описания алгоритмов и программ задач, иллюстрации вспомогательного характера; нормативные правовые акты, например, должностные инструкции. В приложения также включают иллюстрации, таблицы и распечатки, выполненные на листах формата А3.

Приложения оформляют как продолжение данного документа на последующих его листах после списка использованных источников.

Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ь, Ы, Ъ (ПРИЛОЖЕНИЕ А, ПРИЛОЖЕНИЕ Б, ПРИЛОЖЕНИЕ В и т.д.). Допускается обозначение приложений буквами латинского алфавита, за исключением букв I и O. В случае полного использования букв русского и латинского алфавитов допускается обозначать приложения арабскими цифрами.

Само слово «ПРИЛОЖЕНИЕ» пишется прописными (заглавными) буквами.

² Полный перечень см. в: Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления [Текст]: ГОСТ 7.1-2003.

Если в работе одно приложение, оно обозначается «ПРИЛОЖЕНИЕ А».

Каждое приложение следует начинать с новой страницы. При этом слово «ПРИЛОЖЕНИЕ» и его буквенное обозначение пишутся с абзацного отступа.

Приложение должно иметь заголовок, который записывают на следующей строке после слова «ПРИЛОЖЕНИЕ» с абзацного отступа. Заголовок пишется с прописной буквы.

В тексте работы на все приложения должны быть даны ссылки, например: «... в приложении Б...». Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте работы.

Текст каждого приложения, при необходимости, может быть разделен на разделы, подразделы, пункты, подпункты, которые нумеруют в пределах каждого приложения. Перед номером ставится обозначение этого приложения.

Приложения должны иметь общую с остальной частью документа сквозную нумерацию страниц.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Образец оформления титульного листа отчета по практике



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный горный университет»
(ФГБОУ ВО «УГГУ»)
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30



Кафедра Технологии и техники разведки МПИ

ОТЧЕТ **о прохождении ПРЕДДИПЛОМНОЙ** **практики**

Направление: 29.03.04
Технология художественной обработки
материалов

Студент: Иванов А.А.
Группа: ТХО-25

Руководитель практики:
Кожевников А.В.

Оценка _____

Подпись _____

Екатеринбург
2025

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Образец оформления содержания отчета по учебной практике

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	3
1	Технологический раздел	5
1.1	Разработка эскиза	...
1.2	Подбор камнесамоцветного сырья	...
		...
	Заключение	
	Приложения	

ПРИЛОЖЕНИЕ В



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Уральский государственный горный университет»
(ФГБОУ ВО «УГГУ»)

620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30

НАПРАВЛЕНИЕ НА ПРАКТИКУ

Студент _____
(фамилия, имя, отчество)

_____ курса факультета Геологии и геофизики _____

Направление 29.03.04 Технология художественной обработки материалов
направляется в _____

учебно-экспериментальную лабораторию камнерезного и ювелирного
творчества студентов кафедры ТТР МПИ
(наименование и адрес организации)

для прохождения Преддипломной практики с _____ по _____

М.П.

Декан факультета _____

Руководитель практики от университета _____

тел. кафедры: 8(343) _____

ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ НА ПЕРИОД ПРАКТИКИ

Содержание индивидуального задания

Оценка выполнения индивидуального задания

График (план) прохождения практики

Период	Характеристика работы	Текущий контроль (выполнено/не выполнено)	Подпись руководителя практики от университета/ организации
1 день практики 01.07.2025	Проведение инструктажа в организации по технике безопасности и охране труда		
02.07.2025- 03.07.2025	Разработка дизайн-проекта		
...	...		
15.07.2025- 30.07.2025	Выполнение камнерезного изделия		

СОГЛАСОВАНО:

Подпись руководителя практики от университета _____

Подпись руководителя практики от организации _____

ХАРАКТЕРИСТИКА С МЕСТА ПРАКТИКИ СТУДЕНТА

(фамилия, имя, отчество)

Заключение организации о работе студента за период практики (технологические навыки, деловые качества, активность, дисциплина, участие в общественной работе организации)

This image shows a blank sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

Число пропущенных дней за время практики:

а) по уважительным причинам

б) по неуважительным причинам _____

« _____ » 20 ____ г.

Печать и подпись руководителя организации _____

И.О. Фамилия

Отзыв
об отчете о прохождении практики студента
(заполняется руководителем практики от университета)

1. Выводы (характеристика отчета в целом, соответствие объема, содержания отчета программе):

2. Недостатки отчета:

Оценка по результатам защиты:

Руководитель практики от университета

(подпись)

И.О. Фамилия

«__» _____ 20__ г.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ СТУДЕНТА НА ПРАКТИКЕ

Характеристика должна содержать указание на отношение студента к работе, оценку его теоретических знаний, умение применять теоретические знания на практике, степень выраженности необходимых личностных и профессиональных качеств, вывод руководителя практики от Организации о полноте выполнения индивидуального задания и отсутствии / наличии замечаний к прохождению практики студента

Характеристика студента с места практики описывает его профессиональную подготовку, теоретические знания, практические навыки и деловые качества, которые он проявил в период прохождения практики. Писать документ нужно в официальном стиле, при этом необходимо указать в характеристике следующие сведения:

- фамилия и инициалы обучающегося;
- обязанности обучающегося в период прохождения практики;
- профессиональные качества студента;
- особенности студента, проявленные при общении с трудовым коллективом;
- практические навыки, освоенные студентом;
- оценку, выставленную студенту по результатам прохождения практики].

Главная цель составления характеристики студента с места практики — описание его профессиональной подготовки, а также новых знаний и навыков, которые он приобрел в процессе практической деятельности в конкретной организации. Подробная характеристика позволит руководителю практики со стороны учебного заведения объективно оценить ее эффективность и поставить обучающемуся справедливую оценку.

Например

Иванов А.А. проходил практику в учебно-экспериментальной лаборатории камнерезного и ювелирного творчества кафедры ТТР МПИ УГГУ, практика была организована в соответствии с программой. В период прохождения практики Иванов А.А. зарекомендовала себя с положительной стороны, дисциплинированным практикантом, стремящимся к получению новых знаний, навыков и умений, нацелена на повышение своей будущей профессиональной квалификации.

В период практики Иванов А.А. ознакомился с технологией изготовления

Под руководством опытного специалиста, учебного мастера..... изучал, методические материалы по; получил навыки работы на камнерезном оборудовании,

К поручениям руководителя практики и выполняемой работе относилась добросовестно. Во время прохождения практики продемонстрировала знание теоретического материала, профессиональной терминологии...; умение применять теоретические знания на практике; продемонстрировала навыки проведения, умение найти.... и применить их; грамотно оформлял документацию.....

Индивидуальное задание выполнено в полном объеме, замечаний к прохождению практики нет.

Практика Иванова А.А. заслуживает положительной оценки.

Руководитель

_____ (подпись) _____ ФИО



**ФГБОУ ВО
«Уральский государственный горный
университет»**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

**ПО ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ДЛЯ СТУДЕНТОВ СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

**29.03.04 ТЕХНОЛОГИЯ ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ОБРАБОТКИ
МАТЕРИАЛОВ**

очного обучения

**Екатеринбург
2020**

ПРЕДИСЛОВИЕ

Разработка дипломного проекта является завершающим этапом инженерного образования и профессионального обучения бакалавров-технологов. Проект позволяет студенту синтезировать весь ранее полученный материал в целостную практическую разработку.

Предлагаемые методические указания подготовлены с учетом опыта предыдущих аналогичных разработок, однако содержат некоторые отличия как в требованиях к содержанию курсового проекта, так и в методических принципах, положенных в основу разработки.

Дипломный проект является одновременно как учебной разработкой, в ходе выполнения которой студент осуществляет синтез всего освоенного за период обучения в университете теоретического и практического материала, так и квалификационной работой, подтверждающей соответствие знаний, навыков и умений молодого специалиста требованиям бакалавра-технолога по технологии художественной обработки материалов.

Государственная итоговая аттестация представляет собой процесс итоговой проверки и оценки компетенций выпускника, полученных в результате обучения. Государственная итоговая аттестация выпускника высшего учебного заведения является обязательной и осуществляется после освоения образовательной программы в полном объеме. Цель итоговой государственной аттестации выпускников – установление уровня готовности выпускника к выполнению профессиональных задач.

Государственная итоговая аттестация выпускников, завершивших освоение основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 29.03.04 Технология художественной обработки материалов, профиль Технология художественной обработки материалов, направленность 29.03.04 Технология художественной обработки материалов, профиль Технология художественной обработки материалов осуществляется в форме выполнения выпускной квалификационной работы и защиты выпускной квалификационной работы.

Трудоемкость государственной итоговой аттестации – 9 з.е.:

- выполнение выпускной квалификационной работы – 6 з.е.;

- процедура защиты выпускной квалификационной работы – 3 з.е.

Трудоемкость государственной итоговой аттестации				
кол-во з.е.	часы			
	общая	контактная работа	СР	
6	216	24	192	выполнение выпускной квалификационной работы
3	108		108	Процедура защиты ВКР

1. ОСНОВНЫЕ ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Цель выполнения выпускной квалификационной работы (далее – ВКР):

систематизация, закрепление и расширение теоретических и практических знаний по направлению подготовки и применение этих знаний при решении конкретных профессиональных задач;

развитие навыков ведения самостоятельной работы и применения методик исследования и экспериментирования при решении разрабатываемых в выпускной квалификационной работе проблем и вопросов;

выяснение подготовленности обучающихся для самостоятельной работы по задачам профессиональной деятельности, определенных федеральным государственным образовательным стандартом (далее - ФГОС) направления подготовки.

Выпускная квалификационная работа выполняется, как правило, на материалах организаций (баз практики) с учетом проблем, требующих решения в данной организации.

Основными задачами, которые должен решить обучающийся при выполнении выпускной квалификационной работы являются:

- обоснование актуальности и значимости выбранной темы работы;
- сбор необходимой информации с привлечением первичных и вторичных источников;
- разработка практических рекомендаций и предложений, их экономическое и технологическое обоснование;
- оформление ВКР в соответствии с нормативными требованиями;
- разработка и совершенствование новых современных материалов и технологических процессов, определяющих в ряде случаев уникальность готовой продукции;
- создание и совершенствование нового оборудования, оснастки и инструмента, непосредственно для каждого класса материалов, обеспечивающих художественную и экономическую ценность готовой продукции;
- разработка полного производственно-технологического цикла изготовления объектов из материалов различных классов;
- оформление ВКР в соответствии с нормативными требованиями.

Выпускная квалификационная работа должна отвечать следующим требованиям:

- быть актуальной (иметь теоретическое обоснование актуальности изучаемой проблемы в современных условиях хозяйственной деятельности);
- представлять самостоятельное исследование, демонстрирующее способность выпускника решать профессиональные проблемы, делать на основе анализа фактического материала, литературы соответствующие выводы и вносить предложения;
- отражать добросовестность студента в использовании опубликованных материалов других авторов.

3. СТРУКТУРА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА И СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАЧ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

В процессе работы над каждым из разделов дипломного проекта студенту предстоит самостоятельное решение следующих конкретных задач (табл. 1).

Таблица 1

Структура дипломного проекта

Содержание проекта	Ориентировочное кол-во стр.	Демонстрационная графика
Введение. Художественная часть.	3-5	Графическое решение изделия
Общая часть		
Геологическая часть Геологическое описание месторождения.	10-15	Геологическая карта месторождения.
Техническая часть	15-20	Техкарта, техпроцесс
Заключение	3-5	

При выполнении выпускной квалификационной работы обучающиеся должны *показать*, опираясь на полученные знания, умения и полученные навыки:

- сформированные универсальные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции;
- способность самостоятельно решать на современном уровне задачи своей профессиональной деятельности;

- способность грамотно излагать специальную информацию, аргументировать и защищать свою точку зрения;
- умение самостоятельного квалифицированного библиографического поиска, изучения и анализа научной литературы по теме;
- навыки использования методологических, историко-философских и конкретных знаний, полученных в процессе обучения, для решения поставленной в работе проблемы;
- умение написания профессионально грамотного текста и оформления его в соответствии с требованиями, предъявляемыми к научным публикациям;
- использование в работе современных технологий.

Общие требования к выпускной квалификационной работе

Выпускная квалификационная работа должна отвечать следующим требованиям:

- быть актуальной (иметь теоретическое обоснование актуальности изучаемой проблемы в современных условиях хозяйственной деятельности);
- представлять самостоятельное исследование, демонстрирующее способность выпускника решать профессиональные проблемы, делать на основе анализа фактического материала, литературы соответствующие выводы и вносить предложения;
- отражать добросовестность студента в использовании опубликованных материалов других авторов.

Общие требования к выпускной квалификационной работе – целевая направленность; четкость построения; логическая последовательность изложения материала; глубина исследования и полнота освещения вопросов; убедительность аргументаций; доказательность выводов и обоснованность рекомендаций; грамотное оформление.

Текст выпускной квалификационной работы должен демонстрировать:

- знакомство автора с литературой вопроса;
- умение выделить проблему и определить методы ее решения;
- умение последовательно изложить существо рассматриваемых вопросов, грамотно цитировать ведущих исследователей, делать ссылки на использованные источники;
- умение собирать, обобщать, анализировать геологическую информацию, практические материалы, полученные в результате собственного исследования в организации;
- достоверность и конкретность изложения фактических и экспериментальных данных о работе организации;
- обоснование выводов и предложений по результатам исследования, их конкретный характер, практическую ценность для решения исследуемых проблем;
- владение соответствующим понятийным и терминологическим аппаратом;
- четкость и логичность изложения мыслей, доказательность целесообразности и эффективности предлагаемых решений;
- приемлемый уровень языковой грамотности, включая владение функциональным стилем научного изложения.

Выбор, согласование и утверждение темы выпускной квалификационной работы

Выбор темы квалификационной работы осуществляется обучающимся по согласованию с научным руководителем и специалистами организации-базы практики, где будет проходить преддипломная практика. При выборе темы ВКР необходимо исходить из:

- актуальности проблемы и значимости ее для научной и практической деятельности;
- потребностей развития и совершенствования деятельности конкретной организации;

интересов, склонностей в научно-исследовательской работе обучающегося, а также перспектив его будущей профессиональной деятельности;
научной специализации выпускающей кафедры и ее преподавателей;
возможности получения информации для проведения анализа и обоснования предлагаемых решений.

Примерный перечень тем выпускных квалификационных работ разрабатывается выпускающей кафедрой и доводится до сведения студентов. Студент может предложить свою тему, обосновав целесообразность ее разработки. Тема выпускной квалификационной работы может являться продолжением тем, ранее представленных студентом в рамках курсовых работ (проектов).

Для успешного выполнения выпускной квалификационной работы необходимо уже на первом этапе (выбор темы) четко сформулировать цель работы (отражающуюся в ее названии) и задачи.

После выбора темы, согласования ее с руководителем, студент подает заявление на имя заведующего кафедрой об утверждении темы выпускной квалификационной работы.

Закрепление тем выпускных квалификационных работ за студентами оформляется приказом по университету. Следует иметь в виду, что **тема, утвержденная приказом ректора университета, изменению не подлежит**. Исключение могут составить лишь случаи возникновения объективных непреодолимых препятствий к ее разработке. Изменение оформляется приказом по университету на основании письменного заявления студента и представления заведующего кафедрой.

Структура и содержание выпускной квалификационной работы

Структурные элементы выпускной квалификационной работы **перечислены ниже в порядке их расположения и брошюровки**

1. Титульный лист
2. Сопроводительные документы к выпускной квалификационной работе:
 - 2.1 Задание на выполнение выпускной квалификационной работы
 - 2.2 Отзыв руководителя
 - 2.5 Справка на антиплагиат
3. Содержание
4. Введение.
5. Основная часть работы.
6. Заключение.
7. Список использованных источников
8. Приложения.

Титульный лист должен содержать все необходимые идентификационные признаки, в частности, название работы, указание автора работы, руководителя.

На титульном листе подписью руководителя, консультанта (при наличии) подтверждается допуск выпускной квалификационной работы к защите.

Титульный лист оформляется на кафедре.

Титульный лист учитывается в общей нумерации страниц выпускной квалификационной работы, порядковый номер на титульном листе не ставится.

Сопроводительными документами к выпускной квалификационной работе являются: 1. задание на выполнение выпускной квалификационной работы; 2. отзыв руководителя.

Эти документы подшиваются следом за титульным листом работы, но в общей нумерации страниц выпускной квалификационной работы они не учитываются и порядковые номера на них не ставятся.

Цель составления *задания на выполнение выпускной квалификационной работы* – уяснение замысла работы и поставленных в ней основных проблем. Оформление задания

на работу предполагает составление под контролем научного руководителя плана будущей работы.

Наличие *содержания* (плана работы) позволяет уйти от освещения вопросов, не относящихся к теме работы, обеспечить четкость и последовательность изложения материала, избежать пробелов и повторений, рационально организовать самостоятельный труд, сэкономить время.

Содержание работы помещают после справки о внедрении (если она есть). Слово «СОДЕРЖАНИЕ» записывают в виде заголовка симметрично тексту прописными буквами. В содержании работы указывается перечень всех глав и параграфов выпускной квалификационной работы, а также номера страниц, с которых начинается каждый из них (точно по тексту). Главы в выпускной квалификационной работе должны иметь в пределах всей работы порядковые номера, обозначенные арабскими цифрами. Параграфы каждой главы должны иметь нумерацию в пределах каждой главы. Номер параграфа состоит из номера главы и непосредственно номера параграфа в данной главе, отделенного от номера главы точкой. Заголовки содержания должны точно повторять заголовки в тексте. Сокращать или давать их в другой формулировке, последовательности и соподчиненности по сравнению с заголовками в тексте нельзя.

При этом надо иметь в виду, что названия глав и параграфов не должны дублировать друг друга, а также наименование темы работы. Каждая глава должна раскрывать часть темы, каждый параграф главы – часть содержания главы.

Введение, заключение, список использованных источников включают в содержание, но не нумеруют.

Страницы содержания учитываются в общей нумерации страниц выпускной квалификационной работы, порядковый номер на странице не ставится.

Выполнение выпускной квалификационной работы рекомендуется начинать с написания «ВВЕДЕНИЯ». Естественно, в процессе исследования первичный текст введения будет меняться, иногда очень существенно. Но это не отрицает необходимости на начальном этапе поставить перед собой задачи исследования, отражаемые во введении.

«ВВЕДЕНИЕ» в общем случае имеет следующую структуру:

- актуальность выбранной темы,
- формулировка цели и определение конкретных задач исследования (они найдут отражение в содержании работы),
- выбор объекта и предмета исследования,
- информационная база исследования;
- структура выпускной квалификационной работы.

Во введении следует коротко сформулировать актуальность темы исследования, т.е. причину возникновения проблемы и ее суть. Актуальность определяется как значимость, важность и приоритетность выбранной темы исследования среди других тем. Она должна подтверждаться положениями и доводами, свидетельствующими в пользу научной и практической значимости решения проблем и вопросов, исследуемых в работе. Необходимо объяснить, почему именно выбранная тема представляет интерес на современном этапе развития.

Цель выпускной квалификационной работы должна соответствовать названию темы. Цель работы формулируется кратко и точно. Например, «Разработка дизайна и технология изготовления шкатулки».

Введение и художественная часть не должны превышать 3-5 страниц компьютерного набора.

Страницы введения учитываются в общей нумерации страниц работы, номер страницы проставляется.

Основная часть выпускной квалификационной работы

Основная часть работы состоит из разделов:

1 Геологический раздел

Материалы. Дается краткое описание всех материалов, используемых для изготовления изделия.

2 Технический раздел

Текст работы излагается самостоятельно (не допускается дословное переписывание использованной литературы), последовательно, грамотно и аккуратно, при написании работы необходимо употреблять профессиональные термины, избегать сложных грамматических оборотов. Студент должен показать не только знание материала, но и умение разбираться в нем, творчески использовать основные положения источников. Материал, используемый из других источников, должен быть переработан, органически увязан с избранной студентом темой и изложен своими словами с приведением ссылок на источники информации.

Технологическая часть включает в себя: технологию изготовления художественного изделия.

Технологическая карта изготовления изделия. Дать полную технологическую схему получения готового изделия. Показывается на фотографиях и подробно описывается поэтапное изготовление.

Инструменты и оборудование. Перечисляются все инструменты и оборудование для изготовления художественного изделия. Дается описание оборудования. Приводятся его фотографии и схемы.

В конце приводятся фотографии сделанного изделия в интерьере.

Содержание выпускной квалификационной работы должно демонстрировать:

знакомство автора с учебной и научной литературой по теме выпускной квалификационной работы;

умение обобщать материал литературных источников, анализировать геологическую информацию, выявлять особенности геологических объектов, являющихся предметом исследования, выделить проблему и определить пути ее решения, последовательно изложить существо рассматриваемых вопросов, делать самостоятельные выводы;

владение понятийным и терминологическим аппаратом.

В тексте выпускной квалификационной работы следует избегать использования личных местоимений, заменяя их безличными формами (вместо «я считаю» - «автор считает», «мы полагаем»).

Рекомендуется использование вводных и соединительных слов – *таким образом, из этого следует, в связи и т.д.* – для подчеркивания причинно-следственных связей и выражения личного отношения к излагаемому материалу.

Все страницы основной части выпускной квалификационной работы участвуют в общей нумерации страниц, номера страниц проставляются.

«ЗАКЛЮЧЕНИЕ» выполняет роль концовки, обусловленной логикой проведенной работы. Оно содержит изложение полученных итогов и их соотношение с общей целью и конкретными задачами, поставленными и сформулированными во введении. Именно здесь содержится «выводное» знание, полученное в результате изготовления изделия. В заключении указывается вытекающая из конечных результатов теоретическая и практическая ценность, значимость. Заключительная часть предполагает обобщенную итоговую оценку проделанной работы.

В «ЗАКЛЮЧЕНИИ» находят отражение основные положения и выводы, содержащиеся во всех главах работы. В нем отражаются степень решения поставленных задач, полученные результаты.

Объем заключения – 3-5 страниц.

Нумерация страниц, на которых приводится текст заключения, должна продолжать общую нумерацию страниц основного текста.

Список использованных источников является составной частью работы и отражает степень изученности рассматриваемой проблемы. При этом в список использованных

источников включаются, как правило, те источники, на которые в работе имеются библиографические ссылки. Используемые источники должны содержать их полное описание по требованиям стандартов.

Порядок оформления списка использованных источников представлен в приложении.

Нумерация страниц, на которых приводится текст списка использованных источников, должна продолжать общую нумерацию страниц основного текста.

В *приложения* следует выносить вспомогательный материал, который при включении в основную часть работы загромождает текст.

К вспомогательному материалу относятся таблицы цифровых данных, инструкции, методики, иллюстрации вспомогательного характера, заполненные формы документов, выдержки из локальных нормативных актов и др.

Нумерация страниц, на которых даются приложения, должна продолжать общую нумерацию страниц основного текста.

Объем выпускной квалификационной работы должен составлять – 50-60 страниц компьютерного набора (без приложений).

При выполнении выпускной квалификационной работы студент должен продемонстрировать навыки работы на персональном компьютере (например, статистическая обработка материалов, выполнение графических построений, проведения математических расчетов, использование программного обеспечения для решения конкретных задач, поставленных в работе).

Руководство выпускной квалификационной работой

Общее руководство и контроль за ходом выполнения ВКР осуществляет выпускающая кафедра в лице руководителя. Руководитель:

- помогает студенту с выбором темы и разработкой плана работы;
- оформляет задание на выполнение выпускной квалификационной работы;
- оказывает студенту помощь в разработке календарного графика на весь период выполнения выпускной квалификационной работы;
- рекомендует студенту необходимую литературу, нормативные документы по теме;
- систематически контролирует ход работы и информирует кафедру о состоянии дел;
- дает подробный отзыв на законченную работу.

Проверяя работу, руководитель не должен превращаться в корректора или редактора, хотя замечания в этой части он тоже высказывает. Руководитель выявляет полноту, глубину и всесторонность рассмотрения поставленных в плане вопросов, последовательность изложения материала, достаточность использования литературы, аргументированность выводов, степень их обоснованности и самостоятельности. В случае обнаружения плагиата, ошибочных решений и научных положений по тем или иным вопросам, неполноты или поверхностности исследования, противоречивости, излишнего отклонения от темы и других недостатков руководитель предлагает выпускнику устранить их, рекомендует пути и сроки их устранения.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Основные этапы и сроки выполнения выпускной квалификационной работы

На основании выданного обучающемуся задания составляется календарный план-график на весь период разработки темы с указанием сроков окончания и представления законченной работы. Соблюдение установленных сроков и последовательности выполнения выпускной квалификационной работы направлено на оптимизацию процесса достижения поставленных целей.

Рекомендуется следующая последовательность этапов выполнения выпускной квалификационной работы и сроки их выполнения:

- выбор темы работы, её утверждение;
- подбор научной литературы, нормативной документации и ознакомление с ними,
- составление литературного обзора по проблеме исследования;
- сбор и обобщение аналитических материалов, анализ;
- написание работы и представление её руководителю, доработка по замечаниям руководителя;
- написание введения и заключения, подготовка списка использованных источников, приложений, представление работы руководителю ВКР;
- прохождение нормоконтроля, исправление замечаний по оформлению работы;
- проверка в системе «Антиплагиат. ВУЗ»;
- размещение работы в портфолио;
- подготовка к защите выпускной квалификационной работы: подготовка презентационных материалов, оформление документов на выпускную квалификационную работ.

Подготовка к защите выпускной квалификационной работы

Законченная ВКР, подписанная студентом, передается научному руководителю для проверки соответствия оформления работы предъявляемым требованиям и составления письменного отзыва руководителя. В отзыве руководителя указываются сведения об актуальности темы работы, достоинства и недостатки работы, практическая ценность работы, оценка подготовленности студента, инициативности и самостоятельности при решении задач выпускной квалификационной работы, умение студента работать с литературными источниками, и способность ясно и четко излагать материал, соблюдение правил и качества оформления работы. Особое внимание уделяется оценке выпускника по личностным характеристикам (ответственность, дисциплинированность, самостоятельность, активность, творчество, инициативность и т.д.), проявленным способностям к исследовательской деятельности, достигнутым результатам в формировании компетенций выпускника данной программы, мотивируется возможность или невозможность представления выпускной квалификационной работы на защиту в государственной экзаменационной комиссии.

Решение научного руководителя является основанием для допуска кафедрой ВКР к защите. Допуск работы к защите производится заведующим выпускающей кафедры.

Текст ВКР должен быть проверен на объем заимствований в системе «Антиплагиат ВУЗ», отчет печатается. ВКР размещается в портфолио. Размещение ВКР – не позднее, чем за 3 дня до защиты.

Перед защитой студентом представляются в ГЭК следующие документы:

- 1) ВКР, подписанная на титульном листе выпускником, руководителем, консультантами (если есть);
- 2) задание на выполнение работы с отметками сроков окончательной подготовки работы, подписанное руководителем и заключением кафедры о допуске к защите;
- 3) отзыв руководителя;
- 4) отчет о проверке в системе «Антиплагиат ВУЗ».

Готовясь к защите работы, студент составляет тезисы выступления, содержащего наиболее важные и интересные результаты. При этом следует помнить о том, что выпускнику для доклада отводится ограниченное время;

оформляет наглядные пособия, раздаточный материал к докладу, продумывает ответы на замечания рецензента.

Работу над тезисами доклада следует начинать сразу же после представления работы на кафедру и продолжить после ознакомления с отзывом руководителя. На вопросы и замечания отзыва целесообразно подготовить письменные ответы.

Доклад на защите выпускной квалификационной работы, как правило, не должен превышать 7-10 мин. Следует помнить, что студент не просто излагает, а защищает положения своей работы.

Защита выпускной квалификационной работы

Защита выпускной квалификационной работы проводится на открытом заседании ГЭК.

Порядок защиты:

- председатель ГЭК объявляет фамилию, имя и отчество выпускника, название работы с указанием места ее выполнения;

- доклад продолжительностью, как правило, не более 7-10 минут, в течении которых он должен кратко сформулировать актуальность, цель и задачи работы, изложить основные результаты, выводы и рекомендации, конкретные предложения, обосновать возможность их реализации, эффективность.

Студент может пользоваться заранее подготовленным тезисами доклада, но должен излагать основное содержание своей выпускной квалификационной работы свободно, не читая письменного текста. При чтении утрачивается эмоциональность изложения, монотонное чтение текста не привлекает внимания и утомляет слушателей. Свободный рассказ по теме свидетельствует об уровне подготовки и глубине специальных знаний по проблеме выпускной квалификационной работы. Все это существенно влияет на итоговую оценку работы.

Все принципиальные положения выпускной квалификационной работы для большей наглядности могут быть представлены на демонстрационном материале. К демонстрационным материалам относится информация из выпускной квалификационной работы (таблицы, диаграммы, схемы, иллюстрации и пр.), оформленная в виде презентаций или ксерокопий для каждого члена ГЭК. Во время доклада необходимо ссылаться на эти материалы;

- после окончания доклада члены ГЭК и присутствующие на защите предлагают выпускнику вопросы, касающиеся устного выступления, имеющие непосредственное отношение к теме работы, или же просто в связи с обсуждаемой проблемой;

- зачитывается внешняя рецензия на выпускную квалификационную работу;

- выступление руководителя выпускной квалификационной работы, а в случае его отсутствия секретарь ГЭК зачитывает отзыв руководителя;

- председатель ГЭК предоставляет желающим слово для выступления, затем выпускнику, которое предполагает ответы на замечания рецензента и всех, выступивших при обсуждении работы, после чего объявляет об окончании защиты.

После окончания открытой защиты проводится закрытое заседание ГЭК (возможно с участием руководителей), на котором определяются итоговые оценки по четырехбалльной системе («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»). После закрытого обсуждения председатель объявляет решение ГЭК. Протокол заседания ГЭК ведется секретарем. В него вносятся все заданные вопросы, особые мнения, решение комиссии об оценке.

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ВЫПОЛНЕНИЯ И ЗАЩИТЫ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Оценка выпускной квалификационной работы производится по четырем группам критериев:

Система оценивания по оценочным средствам государственной итоговой аттестации

Оценочное средство	Максимальная стоимость в баллах	Критерии начисления баллов
Выпускная квалификационная работа	0-90 балл	Качество выполненной работы, ее научно-теоретический уровень, степень самостоятельности и логичность изложения материала, правильность оформления и результат ее защиты
Отзыв руководителя ВКР	0-15 баллов	Ответственность, дисциплинированность, стремление к достижению высоких результатов самостоятельность, добросовестность в выполнении ВКР, контактность....
Отзыв рецензента ВКР	0-5 баллов	
Ответы на вопросы (проверка компетенций)	0-5 баллов	Полнота и правильность ответа
Итого	115 баллов	

Оценка по итогам государственной итоговой аттестации определяется простым суммированием баллов:

<i>Критерии оценки</i>	<i>Количество баллов</i>
<i>Критерии содержания ВКР</i>	
обоснованность выбора и актуальность темы исследования	0-5
обоснование практической и теоретической значимости исследования	0-5
уровень теоретической проработки проблемы, осмысления теоретических вопросов и обобщения собранного материала	0-5
умение представить литературный обзор проблемы исследования	0-5
широта и качество использованных источников	0-5
объем и уровень анализа профессиональной, научной литературы, релевантность, полнота, корректность и содержание цитирования	0-5
умение правильно применить необходимые для решения проблемы нормативные правовые акты (документы) в объяснении конкретной ситуации деятельности организации	0-5
наличие в ВКР результатов, которые в совокупности решают конкретную научную и (или) практическую задачу, или - результатов (теоретических и (или) экспериментальных), которые имеют существенное значение для развития конкретных направлений в определенной отрасли науки (деятельности), или – научно-обоснованных разработок, использование которых в полном объеме обеспечивает решение прикладных задач	0-5
умение логически верно, аргументированно и ясно излагать материалы исследования в ВКР	0-5
обоснованность и четкость сформулированных выводов	0-5
адекватность использования методов исследования	0-1
умение использовать компьютерные технологии в режиме пользователя для решения профессиональных задач	0-5
<i>Критерии оформления ВКР</i>	
владение научным стилем изложения, орфографическая и пунктуационная грамотность	0-5
соответствие формы представления работы требованиям, предъявляемым к оформлению данных работ	0-5
<i>Критерии процедуры защиты</i>	
качество устного доклада: соответствие доклада содержанию работы, логичность, точность формулировок, обоснованность выводов, культура речи	0-5
владение профессиональной терминологией и навыками профессиональной аргументации	0-4
презентационные навыки: структура и последовательность изложения материала, соблюдение временных требований, использование презентационного оборудования и/или раздаточного материала, грамотность оформления иллюстрационных материалов, выразительность использования, контакт с аудиторией	0-5

поведение при защите (коммуникационные характеристики (культура) докладчика (речь, манера говорить, отстаивать свою точку зрения, привлекать внимание к важным моментам в докладе или ответах на вопросы)	0-5
качество ответов на вопросы членов ГЭК: логичность, глубина, правильность и полнота ответов	0-5
<i>Отзыв рецензента ВКР</i>	
теоретическая значимость исследования; анализ представленных методик исследования; практическая значимость исследования; степень полноты обзора состояния проблемы и корректность постановки задачи; уровень и корректность использования в работе методов исследования; степень комплексности работы, применение в ней знаний социально-гуманитарных дисциплин, естественно-математических, общепрофессиональных и специальных дисциплин; ясность, четкость, последовательность и обоснованность изложения.	0-5
<i>Отзыв руководителя ВКР</i>	
ответственное отношение к работе, дисциплинированность, стремление к достижению высоких результатов, самостоятельность, добросовестность в выполнении работы, соблюдение сроков представления материалов, контактность	0-5
владеет навыками самостоятельного получения новых знаний, использования современных технологий	0-5
умение систематизировать и обобщать информацию из разных источников	0-5
<i>Теоретические вопросы</i>	
качество ответов на вопросы членов ГЭК: правильность и полнота ответов	0-5
<i>Итого баллов</i>	115

Правила оценивания результатов защиты ВКР

- 104-115 баллов (90-100%)** – оценка «отлично»;
81-103 балла (70-89%) – оценка «хорошо»;
58-80 баллов (50-69%) – оценка «удовлетворительно»;
0-57 баллов (0-49%) – оценка «неудовлетворительно».

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Ю. А. Поленов, В. Н. Огородников. Художественная обработка камня. Методическое пособие. Часть 2. - Екатеринбург, УГГУ, 2012, - 128 с.
Ю. А. Поленов, В. Н. Огородников. Художественная обработка камня. Методическое пособие. Часть 4. - Екатеринбург, УГГУ, 2012, - 83 с.
Синкенкес Дж. Руководство по обработке драгоценных и поделочных камней. Пер. с англ. - М: МИР, 1989. - 423 с.
Ермаков, М.П. Основы дизайна. Художественная обработка твердого и мягкого камня: учебное пособие / М.П. Ермаков. — Электрон. дан. — Ростов-на-Дону : Феникс, 2016. — 654 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/102282 . — Загл. с экрана.
Ю. В. Никитин. Поделочные камни и их обработка. Л.: «Наука», 1979г, - 240с.
В.С. Белицкий, Е.Е. Лисицына. Синтетические аналоги и имитации природных драгоценных камней. Москва. «Недра», 1981г. – 124с.
Д. Элуэлл. Искусственные драгоценные камни. Издательство «Мир», 1981г. – 143 с.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА:

Размер шрифта основного текста: - кегль 14, формат А4, 1,5 интервал.

Нумерация страниц проставляется с третьей страницы в нижнем поле по центру.

Заголовки отделяются от основного текста сверху и снизу одним интервалом.

Шрифт заголовков выделяется жирным прописным или большим на 1-2 кегля.

По всему диплому соблюдается соподчиненность шрифтов разделов.

Красная строка – 1,5 см.

Раздел (глава) – часть – подчасть – подраздел.

Подзаголовок с трехзначной нумерацией в содержание не включается.

ВВЕДЕНИЕ не имеет нумерации!!!

ПРИМЕР	1. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.	
	1.1. Физико-географические условия участка.....	7
	1.1.1. Климат	7
	1.2. Гидрография.....	11
	1.3. Существующее водоснабжение	11
	1.4. Геологическое строение района работ	13
	1.4.1. Стратиграфия	13
	1.4.2. Тектоника	23
	1.5. Гидрогеологические условия района работ	25

Поля страницы:

верх – 2 см, низ – 2,5 + нумерация страницы, левое поле – 3 см., правое – 1,5.

Рисунок имеет название (под рисунком) и нумерацию как таблица и формула.

Таблицы:

Название таблицы ОБЯЗАТЕЛЬНО!!	Цифра раздела	Порядковый номер в разделе	Таблица 1.1
Глубина залегания и мощность пачек по скв.1			

№№ скв	Нижняя пачка		Средняя пачка		Верхняя пачка	
	Интервал глубин, м	Мощность, м	Интервал глубин, м	Мощность, м	Интервал глубин, м	Мощность, м
1	Нижнебелебеевская подсвита					
	263,0-279,5	16,5	211,2-263,0	51,8	174,7-211,2	36,5

Размер кегля 10-12

Цифра раздела

$$p_1 = \lambda_1 \cdot \frac{V_1^2 \cdot \rho}{2 \cdot d_1} \cdot (l + l_s) \cdot 10^{-6}, \quad [\text{МПа}] \quad (2.14)$$

где: ρ – плотность промывочной жидкости, кг/м^3 , $\rho=1040 \text{ кг/м}^3$;
 d_1 – внутренний диаметр бурильных труб, м, $d_1=0,0545\text{м}$;
 l – длина колонны бурильных труб, м, $l = L - l_{\text{БТ}} = 69 - 4,7 = 64,3 \text{ м}$;
 V_1 – скорость нисходящего потока промывочной жидкости, м/с.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Бродов Г.С. Бурение и оборудование скважин на воду. – СПб, 2006. 154 с.
2. Технология и техника разведочного бурения. /Под ред. Шамшева Ф.А., Кудряшова Б.Б. и др./ - М.: Недра, 1983, 565 с.

Порядковый номер в разделе

ФГБОУ ВО
«Уральский государственный горный университет»

О. А. Сустанов

ПЕТРОГРАФИЯ
МАГМАТИЧЕСКИХ И МЕТАМОРФИЧЕСКИХ
ПОРОД, ПЕТРОЛОГИЯ

Учебно-методическое пособие
к практическим занятиям и самостоятельной работы
для студентов направления
29.03.04 - «Технология художественной обработки материалов»

Рецензент – *В. И. Русин*, доктор геол.-минер. наук, профессор кафедры МПГ Уральского государственного горного университета

Учебно-методическое пособие рассмотрено на заседании кафедры минералогии, петрографии и геохимии 2 ноября 2010 г. (протокол № 2) и рекомендовано для издания в УГГУ.

Сустанов О. А.

С 89 ПЕТРОГРАФИЯ МАГМАТИЧЕСКИХ И МЕТАМОРФИЧЕСКИХ ПОРОД,
ПЕТРОЛОГИЯ : Учебно-методическое пособие к практическим занятиям (часть
1) / О. А. Сустанов. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2021. - 64 с.

Рассматривается методика изучения минералов в петрографических шлифах и дается микроскопическая характеристика наиболее распространенных минералов магматических и метаморфических пород. Приводятся некоторые понятия кристаллооптики, данные об устройстве и поверках микроскопа, о методах изучения минералов при выключенном анализаторе и в скрещенных николях, с использованием параллельного и сходящегося света. Подробно описываются практические приемы работы с микроскопом при диагностике и описании породообразующих минералов. Пособие может быть использовано при проведении аудиторных практических занятий и для самостоятельной работы студентов.

Учебно-методическое пособие предназначено для студентов направления 29.03.04 – «Технология художественной обработки материалов».

© Сустанов О. А., 2021
© Уральский государственный
горный университет, 2021

Оглавление

1. МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ МИНЕРАЛОВ ПОД МИКРОСКОПОМ	4
1.1. Некоторые понятия кристаллооптики	4
1.2. Устройство и поверки микроскопа	6
1.3. Исследования при выключенном анализаторе.....	11
1.4. Исследования при включенном анализаторе в параллельном свете ..	17
1.5. Исследования при включенном анализаторе в сходящемся свете.....	27
1.6. План описания минерала под микроскопом.....	30
1.7. Примеры описания минералов в шлифе	31
1.8. Контрольные вопросы	33
2. ПОРОДООБРАЗУЮЩИЕ МИНЕРАЛЫ	34
2.1. Минералы магматических пород.....	34
2.2. Минералы метаморфических пород.....	52
2.3. Контрольные вопросы	60
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	61
ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ	61

1. МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ МИНЕРАЛОВ ПОД МИКРОСКОПОМ

1.1. Некоторые понятия кристаллооптики

Кристаллооптика – раздел физики, изучающий законы распространения света в кристаллах и возникающие при этом оптические эффекты.

В *естественном (неполяризованном)* свете векторы напряженности электрического поля ориентированы во всех направлениях, перпендикулярных световому лучу. В *плоскополяризованном* свете эти векторы расположены в одной плоскости, перпендикулярной направлению распространения светового луча; эта плоскость называется *плоскостью колебаний* света.

В *оптически изотропных* веществах свет распространяется во всех направлениях с равной скоростью. То есть показатель преломления n таких веществ во всех направлениях одинаков. Оптически изотропными являются жидкости, аморфные твердые тела (стекла, смолы) и кристаллы кубической сингонии.

Кристаллы остальных сингоний, кроме кубической, *оптически анизотропны*. Луч естественного света, попадая в оптически анизотропный кристалл, разделяется на два плоскополяризованных луча, имеющих неодинаковые скорости распространения и взаимно перпендикулярные плоскости колебаний. Скорость одного или обоих лучей зависит от направления их распространения в кристалле. Поэтому соответствующие этим лучам показатели преломления изменяются в зависимости от направления в кристалле. Разность наибольшего (n_g) и наименьшего (n_p) показателей преломления кристалла ($n_g - n_p$) называется его *двойным лучепреломлением (двупреломлением)*.

В оптически анизотропных кристаллах имеются направления, по которым двойного лучепреломления не происходит (скорости распространения обоих лучей в этих направлениях одинаковы). Эти направления называются *оптическими осями*. Кристаллы средних сингоний: гексагональной, тетрагональной и тригональной, имеют одну оптическую ось (*оптически одноосные* кристаллы; оптическая ось в них совпадает с осью симметрии высшего порядка – L_6, L_4, L_3). Кристаллы низших сингоний: ромбической, моноклинной и триклинной, имеют две оптических оси (*оптически двуосные* кристаллы).

Поверхность, построенная на величинах показателей преломления, значения которых откладываются по направлению колебаний светового луча называется *оптической индикатрисой*.

В кристаллах кубической сингонии оптическая индикатриса имеет форму шара – показатели преломления имеют одинаковую величину во всех направлениях.

В одноосных кристаллах (гексагональная, тетрагональная и тригональная сингонии) индикатриса представляет собой эллипсоид вращения, ось вращения которого совпадает с оптической осью.

В двуосных кристаллах (ромбическая, моноклиновая и триклинная сингонии) оптическая индикатриса имеет форму трехосного эллипсоида – с тремя взаимно перпендикулярными и неравными друг другу по величине осями N_g , N_m и N_p .

В кристаллах ромбической сингонии оси N_g , N_m и N_p совпадают с осями L_2 или нормальными к плоскостям симметрии.

В кристаллах моноклиновой сингонии одна из осей индикатрисы совпадает с кристаллографической осью b . Часто с осью b совпадает ось N_m , а плоскость $N_g N_p$ совпадает с кристаллографической плоскостью (010). Оси N_g и N_p , лежащие в этой плоскости, образуют с кристаллографическими осями a и c некоторые углы, постоянные для каждого минерала.

В кристаллах триклинной сингонии оси индикатрисы N_g , N_m и N_p не совпадают с кристаллографическими осями.

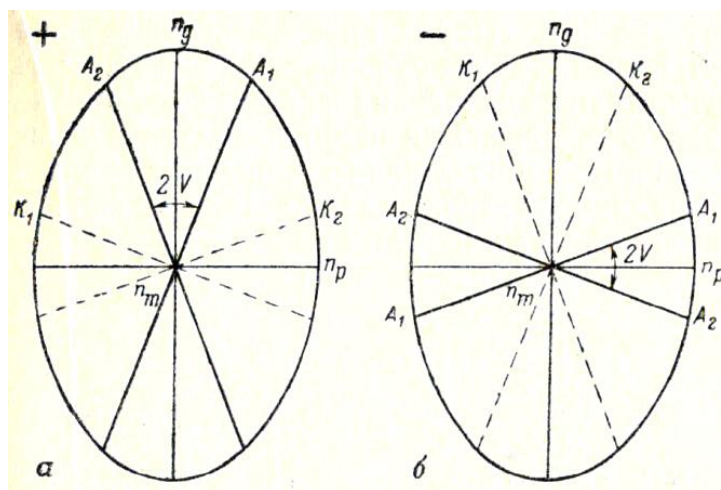


Рис. 1. Разрез индикатрисы оптически положительного (а) и оптически отрицательного (б) кристаллов; A_1 и A_2 – оптические оси, K_1 и K_2 – соответствующие им круговые сечения

В оптических индикатрисах двуосных кристаллов имеется два перпендикулярных оптическим осям *круговых сечения* с радиусом N_m (K_1 и K_2 на рис. 1). Сечение $N_g N_p$ называется *плоскостью оптических осей* (в этом сечении располагаются оптические оси). Острый угол между оптическими осями называется *углом оптических осей* ($2V$). Оси индикатрисы N_g и N_p являются биссектрисами угла $2V$ (рис. 1). Одна из них делит пополам острый угол между оптическими осями и поэтому называется *острой биссектрисой*, другая является биссектрисой тупого угла между оптическими осями и называется *тупой биссектрисой*.

Если острой биссектрисой является N_g , кристалл называется *оптически положительным* (+), если острой биссектрисой является N_p – *оптически отрицательным* (-).

Произвольное сечение индикатрисы двуосного кристалла представляет собой эллипс, большая полуось которого меньше N_g (обозначается N_g'), а малая полуось больше N_p (обозначается N_p').

1.2. Устройство и поверки микроскопа

Устройство микроскопа

Микроскопы серии ПОЛАМ (рис. 2) состоят из осветительной и наблюдательной систем.

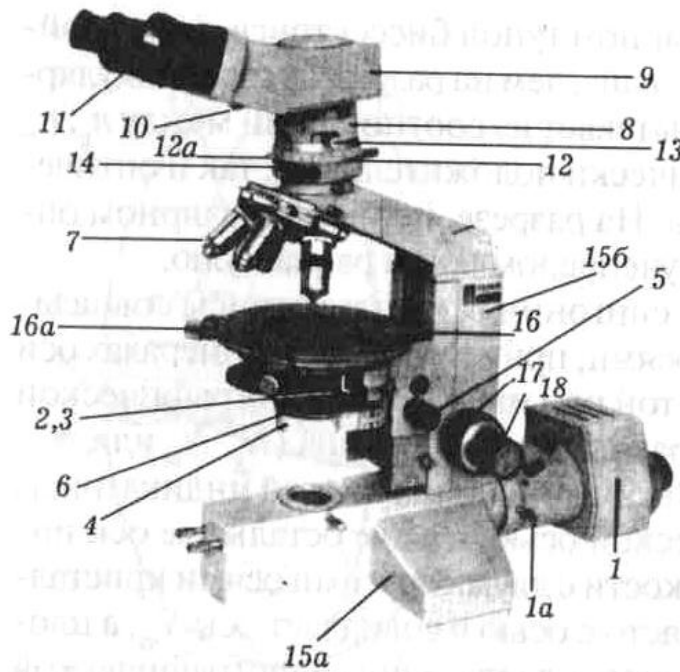


Рис. 2. Схема устройства поляризационного микроскопа серии Полам
(объяснения в тексте)

Осветительная система включает в себя *осветитель 1*, закрепленный с помощью винта *1a*, и *конденсорное устройство 2*, состоящее из двух линз, верхняя из которых съемная. Выше конденсора помещена *диафрагма* с рукояткой *3*. *4* – откидная осветительная линза в оправе. Конденсорное устройство может перемещаться вверх и вниз вращением рукоятки *5*. В нижней части конденсорного устройства помещен *поляризатор 6*, закрепленный винтом. При ослаблении винта поляризатор можно вращать за кольцо оправы.

Наблюдательная система состоит из сменных объективов *7*, тубуса *8*, а также монокулярной насадки *9* с диафрагмой *10* и окуляром *11*. В некоторых микроскопах имеется бинокулярная насадка.

В тубусе размещены *анализатор* и *линза Бертрана*. Анализатор можно поворачивать с помощью кольца *12* и фиксировать винтом. Анализатор вводится и выводится рукояткой *12a*. Рукоятка *13* служит для включения и выключения линзы Бертрана. В нижней части тубуса имеется расположенный под углом 45° к плоскости симметрии микроскопа паз *14*, предназначенный для введения компенсаторов.

Все узлы микроскопа укреплены на *штативе* с основанием *15a* и тубусодержателем *15b*, в который смонтирован механизм фокусировки, перемещающий *предметный столик 16*. Грубое перемещение направляющей механизма фокусировки осуществляется рукоятками *17*, точное – рукоятками

18. Предметный столик представляет собой вращающийся диск, имеющий по окружности лимб с градусными делениями. Два нониуса *16а* дают возможность измерять углы поворота столика. Винты у нониусов обеспечивают фиксацию предметного столика.

Главными частями микроскопа **МП-6** (рис. 3) является штатив, тубус, предметный столик и осветительное устройство.

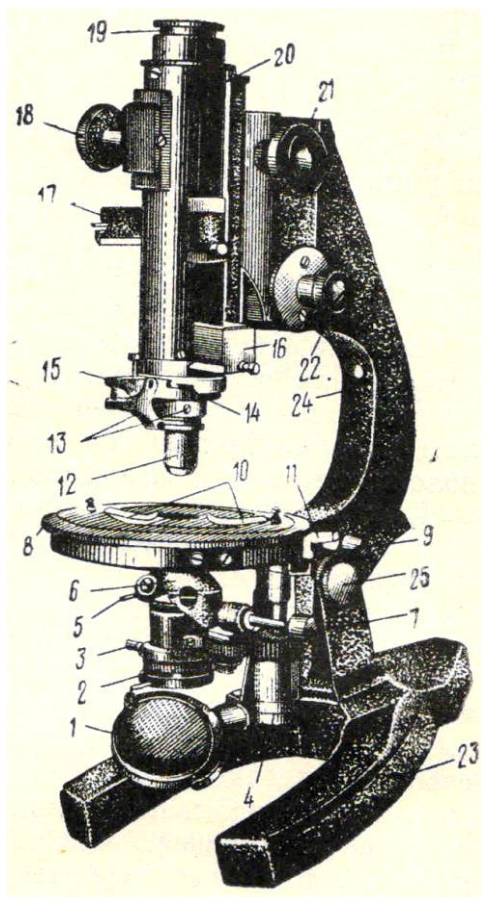


Рис. 3. Поляризационный микроскоп МП-6:

1 – осветительное зеркало;
2 – поляризатор; 3 – стопорный винт поляризатора; 4 – винт подъема поляризатора; 5 – рукоятка диафрагмы; 6 – линза Лазо;
7 – рукоятка линзы Лазо;
8 – предметный столик;
9 – стопорный винт столика;
10 – зажимы для крепления шлифа;
11 – нониус; 12 – объектив;
13 – центрировочные винты;
14 – прорезь для компенсатора;
15 – щипцы для крепления объектива; 16 – анализатор;
17 – линза Бертрана; 18 – винт линзы Бертрана; 19 – окуляр;
20 – тубус; 21 – винт грубой наводки; 22 – винт тонкой наводки;
23 – основание штатива; 24 – ручка тубусодержателя; 25 – стопорный винт штатива

Штатив состоит из массивной неподвижной нижней части 23 и верхней подвижной части 24, на которой закреплены все другие устройства микроскопа. Обе части штатива соединены шарнирно, что позволяет наклонять верхнюю часть микроскопа на наблюдателя и закреплять ее с помощью стопорного винта в удобном для работы положении.

Тубус – цилиндр, который может перемещаться с помощью винта грубой наводки 21 и микрометрического винта 22, позволяющих ставить объект на фокус. В нижней части тубуса имеются щипцы 15, закрепляющие *объектив*. Выше располагается *анализатор*, который можно вводить и выводить из тубуса. Выше анализатора находится *линза Бертрана*, которую также можно вводить в тубус и выводить из него; эта линза используется при исследованиях в сходящемся свете, а при работе в параллельном свете выключается. В верхнее отверстие тубуса вставляется *окуляр* 19.

Предметный столик – массивный диск, вращающийся вокруг вертикальной оси. Внешний край столика градуирован, что позволяет с помощью нониусов 11 производить отсчеты углов поворота. Препарат закрепляется на столике с помощью пружинящих зажимов 10.

Осветительное устройство располагается под предметным столиком. В его нижней части находится двустороннее осветительное зеркало 1. В большинстве случаев можно пользоваться его вогнутой стороной. Над зеркалом расположен *поляризатор* 2, выше которого находится *диафрагма*, регулирующая степень освещенности объекта и изолирующая боковые лучи. Над диафрагмой установлен *конденсор*, направляющий поток параллельных световых лучей на исследуемый объект. Выше располагается *линза Лазо* 6, которая используется для получения сходящегося светового пучка, необходимого при исследовании коноскопическим методом. При изучении минералов в параллельном свете линза Лазо не используется и с помощью специального рычага 7 выводится из оптической системы микроскопа.

Осветительное устройство поднимается и опускается с помощью винта 4, расположенного вертикально под столиком слева.

К каждому микроскопу приложен набор объективов с увеличениями $3^{\times}$, $8^{\times}$, $20^{\times}$, $40^{\times}$ и $60^{\times}$.

Шлиф

Горные породы изучают под микроскопом в срезах толщиной около 0,03 мм, которые называются *шлифами*. Шлиф изготавливают следующим образом. С помощью алмазной пилы отпиливают небольшую пластинку горной породы, пришлифовывают ее с одной стороны на специальном станке, а затем приклеивают ровной стороной на *предметное* стекло. В качестве клея используют канадский бальзам – прозрачное смолоподобное вещество с показателем преломления около 1.537. Приклеенную к стеклу пластинку горной породы шлифуют с противоположной стороны до толщины около 0.03 мм, покрывают вторым слоем канадского бальзама и тонким *покровным стеклом*.

Подготовка микроскопа к работе

Для подготовки микроскопа к работе необходимо:

1. Установив микроскоп на рабочем месте, поворотом тубусодержателя придать тубусу удобный для работы наклон.

2. Поднять осветительное устройство винтом вверх до упора. Вывести из оптической системы микроскопа линзу Бертрана, анализатор, линзу Лазо, полностью открыть диафрагму.

3. Поставить объектив нужного увеличения (при рядовой работе обычно $8^{\times}$ или $9^{\times}$). На оправе объектива имеется два стерженька для установки центрировочных винтов и наклонный фиксирующий штифт для закрепления объектива щипцами тубуса. Для установки объектива нужно сначала с помощью винта грубой наводки несколько приподнять тубус, а затем, сжав

пальцами левой руки щипцы, **правой** рукой надеть объектив на кольцообразный выступ тубуса микроскопа. Затем нужно повернуть объектив против часовой стрелки так, чтобы фиксирующий штифт вошел в прорезь зажима, после чего отпустить щипцы.

4. Поворотами осветительного зеркала добиться наиболее яркой и равномерной освещенности поля зрения.

5. На предметный столик положить шлиф (покровным стеклом кверху) и с помощью зажима закрепить его.

6. Навести изображение шлифа на резкость при помощи винтов грубой и точной наводки (чтобы не повредить шлиф, лучше это делать, постепенно увеличивая расстояние между шлифом и объективом). Работая с объективами с увеличением $20^{\times}$, $40^{\times}$ и $60^{\times}$, фокусные расстояния которых очень малы, наведение на резкость следует производить с особой осторожностью, чтобы не раздавить шлиф и не повредить линзы объективов. Для этого сначала нужно, глядя сбоку на конец объектива, осторожно с помощью винта грубой наводки подвести объектив близко к поверхности шлифа, а затем, смотря в окуляр, увеличивать фокусное расстояние до появления отчетливого изображения объекта.

7. Чтобы глаза не уставали, рекомендуется научиться, глядя одним глазом в окуляр микроскопа, оставлять другой глаз при работе открытым. Для этого вначале можно работать с надетым на тубус бумажным экраном.

Перед тем, как приступать к изучению шлифа, следует выполнить **поверки микроскопа**.

1. Проверка скрещенности николей.

Скрещенным называется такое положение поляризатора и анализатора, при котором плоскость колебаний света, пропускаемого анализатором, перпендикулярна плоскости колебаний света, пропускаемого поляризатором.

Проверка делается без шлифа. При выключенном анализаторе устанавливается освещенное поле зрения. Затем включается анализатор. Если николи скрещены, поле зрения при включенном анализаторе будет темным, почти черным. Если же при включенном анализаторе поле зрения просветлено, то николи не скрещены. В этом случае нужно открепить стопорный винт поляризатора, повернуть поляризатор за оправу на некоторый угол до полного угасания поля зрения и в этом положении закрепить винт.

Эту же проверку подобным образом можно делать и по участку канадского бальзама в шлифе.

2. Проверка совпадения нитей окуляра с направлениями колебаний поляризатора и анализатора.

Находим в шлифе зерно мусковита или биотита с хорошо различимыми трещинами спайности и устанавливаем это зерно при включенном анализаторе на угасание (делаем зерно максимально темным). Выключаем анализатор. Трещины спайности в зерне должны быть параллельны одной из нитей окуляра.

Если такой параллельности нет и в положении угасания трещины спайности ориентированы под некоторым (обычно небольшим) углом к нити окуляра, то следует несколько повернуть окуляр - до совпадения нити окуляра с направлением трещин спайности.

3. *Определение направления колебаний света в поляризаторе.*

Проверка производится при выключенном анализаторе с помощью зерна биотита с хорошо заметными трещинами спайности. Вращая столик микроскопа, наблюдаем, как при повороте столика биотит меняет окраску (плеохроирует). В тот момент, когда биотит приобретает самую густую окраску, трещины спайности ориентированы параллельно плоскости колебаний света в поляризаторе (совпадающей либо с вертикальной, либо с горизонтальной нитью окуляра). Следует записать, с какой именно нитью совпадает направление колебаний света в поляризаторе.

4. *Центрировка объектива.*

Центрировка объектива заключается в совмещении оптической оси объектива с осью микроскопа. При отцентрированном объективе зерно, поставленное на пересечение нитей окуляра, при вращении столика не смещается и все время остается на пересечении нитей окуляра. Если же объектив не отцентрирован, то при вращении столика зерно будет отклоняться от пересечения нитей окуляра.

Для этой проверки выбираем в шлифе какую-либо хорошо заметную точку и, передвигая шлиф на столике, ставим ее на перекрестие нитей окуляра (1 на рис. 4), а затем вращаем столик микроскопа, следя за точкой. Если при вращении столика точка смещается относительно центра креста нитей, то объектив следует центрировать (обнаружив нарушение центрировки, следует сначала проверить, правильно ли вставлен объектив).

Для центрировки нужно повернуть столик микроскопа в положение, когда наблюдаемая точка максимально отклонилась от перекрестия нитей окуляра (2 на рис. 4), надеть на специальные штифты на корпусе объектива

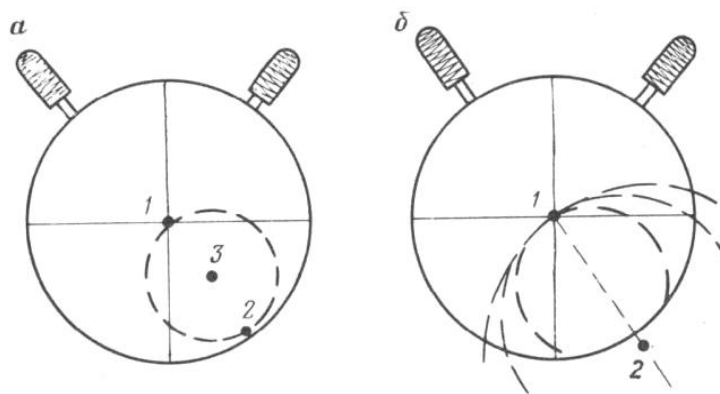


Рис. 4. Схема центрировки

центрировочные ключи и, вращая их, переместить точку в сторону перекрестия нитей на половину расстояния от точки до перекрестия нитей (в положение 3 на рис. 4, а). Затем передвинуть шлиф руками на столике так,

чтобы точка вновь попала в центр креста нитей. Повторять эти операции, пока точка при вращении столика не будет отклоняться от центра креста нитей.

Иногда, при сильной расцентрированности объектива, наблюдаемая точка при повороте столика микроскопа уходит за пределы поля зрения. В этом случае следует поворачивать предметный столик на некоторый угол то в одну, то в другую сторону, чтобы мысленно определить, где располагается центр окружности, которую описывает точка (направление 1 – 2 на рис. 4, б). Затем вращением центрировочных винтов перемещаем предполагаемый центр окружности, которую описывает точка, к перекрестию нитей окуляра. После этого, передвигая шлиф руками, снова ставим точку на центр поля зрения и повторяем описанные выше операции (иногда это приходится делать несколько раз) до достижения центровки.

1.3. Исследования при выключенном анализаторе

Размер зерен. Приблизенно размеры зерен в шлифах можно оценить, сравнивая зерна с диаметром поля зрения микроскопа. Величину диаметра поля зрения (с точностью до десятых долей миллиметра) можно определить, поставив на столик микроскопа вместо шлифа линейку с миллиметровыми делениями.

Для более точного измерения размеров зерен используется окуляр 6^x с микрометрической шкалой. Цена минимального деления этой шкалы при использовании объектива 8^x или 9^x - около 0.02 мм.

Для точного определения цены деления шкалы окуляра используется объект-микрометр, представляющий собой металлическую пластинку, в центре которой вставлено стекло с нанесенной линейной шкалой длиной 1 мм, разделенной на 100 делений. Объект-микрометр устанавливается на столике микроскопа как обычный шлиф. В тубус микроскопа вставляется окуляр со шкалой. Перемещая на столике объект-микрометр, совмещаем начало обеих шкал. Определяем, скольким делениям шкалы окуляра соответствует шкала объект-микрометра и вычисляем цену деления окуляра. Например: длина всей шкалы объект-микрометра (1 мм) соответствует 54 малым делениям шкалы окуляра. Отсюда 1 малое деление шкалы окуляра равно $1 \text{ мм} : 54 = 0,0185 \text{ мм}$.

Форма зерен. Зерна минералов могут иметь призматическую, таблитчатую, пластинчатую, а также изометрическую и неправильную форму. При изучении шлифов объемная форма зерен минерала устанавливается на основе сопоставления между собой имеющихся в шлифе плоских разрезов минерала. На рис. 5 представлены продольные и поперечные разрезы кристаллов призматической, таблитчатой и пластинчатой формы.

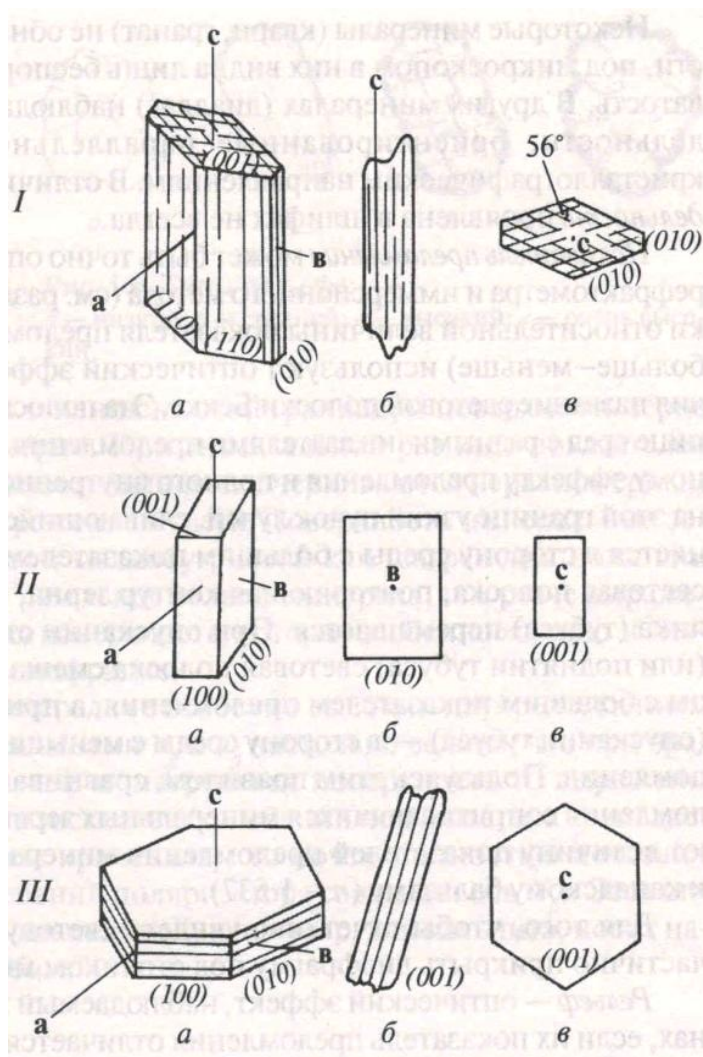


Рис. 5. Кристаллы призматической (I), таблитчатой (II) и пластинчатой (III) формы:
 а – объемная форма кристаллов;
 б, в – разрезы:
 б – продольные,
 в – поперечные

Спайность. Спайность наблюдается в шлифе в виде серии трещин, пересекающих минерал. Она видна не во всех сечениях кристаллов, а хорошо различается лишь там, где трещины спайности ориентированы по отношению к плоскости шлифа под углом, близким к 90° . Так, у слюд в разрезах, перпендикулярных уплощенности кристаллов, видны четкие трещины спайности, а в разрезах, проходящих параллельно уплощенности кристаллов, трещин спайности не видно (см. рис. 5, III). У минералов, обладающих спайностью в двух направлениях, в шлифе чаще всего наблюдаются разрезы с трещинами спайности, проходящими лишь в одном направлении (см. рис. 5, I, б). Поэтому заключение о спайности минерала следует основывать на просмотре в шлифе всех зерен данного минерала.

У минералов с *весьма совершенной* спайностью (слюды) тонкие параллельные трещины спайности идут через весь кристалл (см. рис. 5, III, б). Минералы с *совершенной* спайностью (пироксены, амфиболы) характеризуются общим параллельным расположением трещин, но эти трещины прерывисты и не всегда строго параллельны друг другу (см. рис. 5, I, б). *Несовершенная* спайность (оливин) характеризуется отсутствием строгой параллельности, прерывистостью, иногда ветвлением и пересечением трещин, при наличии

общего направления в их расположении. Иногда несовершенная спайность проявлена в виде редких и коротких трещин (нефелин). Если минерал спайностью не обладает, то трещины отсутствуют или имеют неровную форму и ориентированы беспорядочно.

При наличии спайности по двум направлениям (см. рис. 5, I) измеряется угол между плоскостями спайности. Порядок работы при определении угла между плоскостями спайности следующий:

1) находим разрез, перпендикулярный трещинам спайности обоих направлений: трещины должны быть тонкими и не смещаться в сторону при подъеме и опускании тубуса микроскопа;

2) совмещаем трещины спайности одного направления с одной из нитей окуляра; берем отсчет по лимбу столика;

3) вращением столика совмещаем с той же нитью окуляра трещины спайности второго направления; снова берем отсчет. Разность отсчетов - угол между плоскостями спайности. Принято измерять острый угол между плоскостями спайности.

Цвет. При работе с выключенным анализатором различают зерна *непрозрачные*, которые выглядят совершенно черными (это главным образом рудные минералы, их определение проводится на специальных микроскопах в отраженном свете), и *прозрачные* – бесцветные и окрашенные.

Цвет минерала в шлифе отличается от цвета того же минерала в образце. Многие минералы, отчетливо окрашенные в образцах, под микроскопом оказываются бесцветными. Цвет минерала обычно характеризуется словом из двух частей: например, сине-зеленый, светло-коричневый. Некоторые минералы в анизотропных сечениях при вращении столика микроскопа изменяют интенсивность окраски, а иногда и цвет (*плеохроируют*).

Показатель преломления. Показатель преломления минерала оценивается в шлифе путем его сравнения с показателем преломления канадского бальзама (1.537 ± 0.004) или с показателями преломления окружающих минералов. Эта оценка производится исходя из наблюдения у изучаемого минерала описываемых ниже рельефа, характера ограничений, шагреновой поверхности и полосы Бекке (лучше всего они видны при частично прикрытой диафрагме и опущенном осветительном устройстве).

Рельеф – оптический эффект, свойственный зернам минералов, показатели преломления которых отличаются от показателя преломления канадского бальзама. У минералов с показателями преломления, более высокими, чем у канадского бальзама, рельеф *положительный* – минерал кажется более толстым, чем другие минералы, как бы рельефно выступающим над общей поверхностью шлифа. У минералов с показателями преломления, более низкими, чем у канадского бальзама, рельеф *отрицательный* – кажется, что минерал образует впадину на поверхности шлифа.

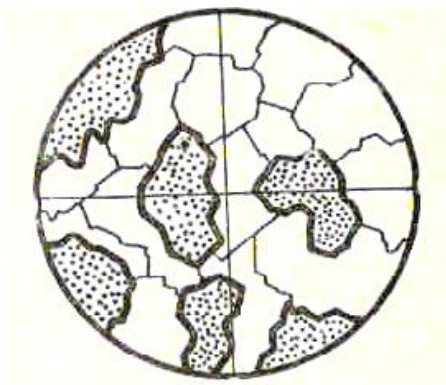


Рис. 6. Резкие ограничения и шагреновая поверхность у минералов с высоким показателем преломления

Чем больше отличается показатель преломления изучаемого зерна от канадского бальзама или соседних зерен, тем сильнее выражен рельеф данного зерна. При равенстве показателей преломления минерала и канадского бальзама рельеф у минерала отсутствует.

Ограничения. Граница между минералом и канадским бальзамом, или между двумя бесцветными минералами, находящимися в непосредственном контакте друг с другом, четко заметна в том случае, если их показатели преломления различны. Чем больше разница в показателях преломления соприкасающихся минералов, или минерала и канадского бальзама,

тем ограничения становятся более резкими (рис. 6).

Шагреновая поверхность. При изготовлении шлифов на поверхностях срезов зерен образуются микроскопические неровности. У минералов с показателями преломления, близкими к канадскому бальзаму, эти неровности не заметны и поверхность зерен выглядит гладкой. Если же показатели преломления минерала значительно отличаются от канадского бальзама, то неровности на поверхности зерна становятся заметнее и поверхность зерна кажется шероховатой, мелкобугристой - как шагреновая кожа или кожура апельсина. Чем больше отличие показателей преломления зерна от показателя преломления канадского бальзама, тем резче выражена шагреновая поверхность этого зерна (см. рис. 6).

На границе двух соприкасающихся бесцветных минералов, обладающих близкими показателями преломления, при внимательном наблюдении заметно явление окрашивания минералов в зеленоватые и розоватые тона (*дисперсионный эффект*). Бесцветный минерал, имеющий более высокий показатель преломления, приобретает светло-зеленоватую окраску, а бесцветный минерал с более низким показателем преломления - розоватую окраску. Этот эффект становится более отчетливым при прикрытой диафрагме и некотором расфокусировании изображения.

Умение видеть дисперсионный эффект особенно важно при рассмотрении мелких бесцветных включений одного минерала в другом, например, мелких вростков плагиоклаза в калиевом полевом шпате (пертиты) или, наоборот, калиевого полевого шпата в плагиоклазе (антипертиты). Отличить калиевый полевой шпат от кварца и плагиоклаза в мелкозернистых агрегатах иногда можно только по дисперсионному эффекту.

По характеру ограничений, рельефу и шагреновой поверхности В. Н. Лодочников подразделяет все бесцветные минералы на 7 групп (табл. 1).

Для более точного определения относительного показателя преломления используется так называемая световая *полоска Бекке*. Это возникающая при расфокусировании микроскопа узкая световая полоска, повторяющая контур зерна. Наиболее четко она видна при использовании объективов с увеличением

20^x и более. При увеличении расстояния между объективом и шлифом полоска Бекке перемещается в сторону вещества с *бóльшим* показателем преломления,

Таблица 1

Группы В. Н. Лодочникова

Группа	Показатель преломления	Ограничения, шагреновая поверхность	Рельеф	Примеры минералов
1	1.41 - 1.47	ясные	отрицательный	опал
2	1.47 - 1.53	слабые	«	калиевый полевой шпат
3	1.53 - 1.55	отсутствуют	нет	кварц, кислый плагиоклаз
4	1.55 - 1.60	слабые	положительный	мусковит, основной плагиоклаз
5	1.61 - 1.66	ясные	«	апатит
6	1.66 - 1.78	резкие	«	пироксен, оливин
7	более 1.78	очень резкие	«	титанит, циркон

а при уменьшении расстояния между объективом и шлифом – в сторону вещества с *меньшим* показателем преломления.

Порядок работы при определении показателя преломления минерала:

1) Находим зерно определяемого минерала на границе с канадским бальзамом (на краю шлифа или на границе с заполненной канадским бальзамом трещиной внутри шлифа). При включенном анализаторе зерно имеет некоторую интерференционную окраску, а канадский бальзам черный и остается черным при вращении столика микроскопа.

2) Выключаем анализатор, несколько опускаем осветительное устройство и частично прикрываем диафрагму.

3) Определяем рельеф, характер ограничений и шагреновой поверхности изучаемого зерна.

4) Находим границу между зерном и канадским бальзамом. При подъеме и опускании тубуса наблюдаем полоску Бекке и отмечаем направление ее перемещения.

5) По таблице 1 оцениваем величину показателя преломления минерала.

Для оценки показателя преломления по определенной оси индикатрисы (N_g , N_m , N_p) нужно совместить эту ось с направлением колебаний света в поляризаторе (как определять наименования осей индикатрисы – см. в разделе 1.3). Для этого зерно ставится на угасание при включенном анализаторе, а затем анализатор выключается и производится наблюдение. Видимые рельеф,

ограничения, шагреновая поверхность и поведение полосы Бекке определяются величиной показателя преломления по той оси индикатрисы, которая совмещена с направлением колебаний света в поляризаторе.

Псевдоабсорбция. Как отмечено выше, наблюдаемые под микроскопом рельеф и шагреновая поверхность минерала зависят от того, какой показатель преломления минерала совпадает с направлением колебаний света, пропускаемого поляризатором. У большинства минералов разница в величине показателей преломления по разным направлениям невелика. Поэтому при вращении минерала на столике микроскопа (то есть при совмещении различных направлений изучаемого минерала с плоскостью колебаний света в поляризаторе) заметных изменений рельефа и шагреновой поверхности минерала чаще всего не наблюдается.

Но у некоторых минералов с особенно высоким двупреломлением (например, у карбонатов) один показатель преломления много выше канадского бальзама, а другой близок или ниже канадского бальзама (например, у кальцита один показатель преломления равен 1.658, а другой - 1.486). В этом случае при вращении столика микроскопа рельеф и шагреновая поверхность зерна то выражены очень отчетливо – рис. 7, слева (когда с плоскостью колебаний света в поляризаторе совпадает наибольший показатель преломления), то почти полностью исчезают – рис. 7, справа (когда с плоскостью колебаний света в поляризаторе совпадает наименьший показатель преломления). Этот оптический эффект носит название псевдоабсорбции.

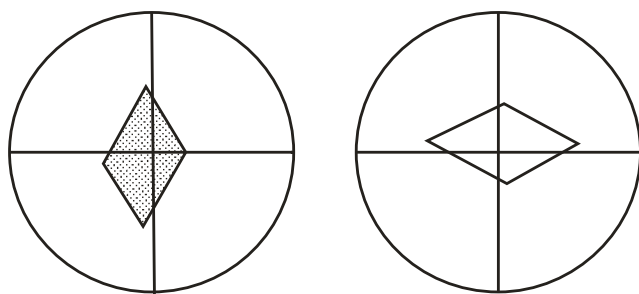


Рис. 7. Явление псевдоабсорбции

Степень проявления псевдоабсорбции у одного и того же минерала зависит от сечения минерала. В том разрезе минерала, где располагаются наибольший и наименьший показатели преломления, псевдоабсорбция выражена наиболее резко. В произвольном косом сечении псевдоабсорбция проявлена слабее. А в сечении, перпендикулярном оптической оси (в этом сечении показатель преломления одинаков во всех направлениях), псевдоабсорбция отсутствует.

Сильной псевдоабсорбцией обладают карбонаты, несколько слабее она проявлена у мусковита, а опытный глаз иногда улавливает псевдоабсорбцию даже у таких минералов, как кварц.

1.4. Исследования при включенном анализаторе в параллельном свете

Двупреломление минерала

В оптически анизотропных веществах луч света, входя в кристалл, раздваивается. Образовавшиеся два луча распространяются в кристалле с разными скоростями. В результате один луч обгоняет другой - между ними возникает разность хода R (обычно измеряется в нанометрах). Величина разности хода R пропорциональна толщине кристалла d (толщине шлифа) и величине $N_g' - N_p'$ в данном сечении кристалла:

$$R = d(N_g' - N_p')$$

При прохождении двух образовавшихся в кристалле световых лучей через анализатор происходит интерференция этих лучей (вследствие наличия между ними разности хода R). В результате кристалл приобретает при включенном анализаторе *интерференционную окраску*. Каждому значению разности хода R соответствует своя интерференционная окраска.

Интерференционная окраска возникает, если разность хода R не равна нулю. Если же разность хода R равна нулю (это имеет место при $N_g' - N_p' = 0$, то есть когда сечение индикатрисы в данном зерне имеет форму круга), то свет через кристалл не проходит и кристалл выглядит в скрещенных николях черным. Форму круга имеют сечения оптической индикатрисы аморфных веществ и кристаллов кубической сингонии (оптически изотропных веществ), а также перпендикулярные оптическим осям сечения индикатрисы кристаллов остальных сингоний (такие сечения называются оптически изотропными сечениями).

Таким образом, аморфные вещества (в том числе стекло и канадский бальзам), кристаллы кубической сингонии и перпендикулярные оптическим осям сечения одноосных и двуосных кристаллов в скрещенных николях выглядят темными (черными) и не просветляются при вращении столика микроскопа.

У некоторых аморфных веществ и кристаллов кубической сингонии иногда отмечается слабая аномальная анизотропия (вследствие внутренних напряжений и т. п.), проявляющаяся в скрещенных николях в слабой серой интерференционной окраске. Это свойственно, например, некоторым гранатам. Участки, обнаруживающие двупреломление, нередко располагаются в кристаллах граната зонально и секториально. Аномальная анизотропия в некоторых случаях проявляется и в таком аморфном веществе, как вулканическое стекло.

При повороте столика микроскопа на 360° анизотропное сечение минерала четыре раза гаснет (становится черным) и четыре раза просветляется, приобретая ту или иную интерференционную окраску (максимальная яркость

наступает при повороте столика на 45° от положения угасания). Угасание происходит в тот момент, когда оси индикатрисы совпадают с направлениями колебаний света в поляризаторе и анализаторе (рис. 8). В правильно настроенном микроскопе нити окуляра ориентированы параллельно этим направлениям, так что в момент угасания нити окуляра указывают на положение осей индикатрисы в данном разрезе минерала.

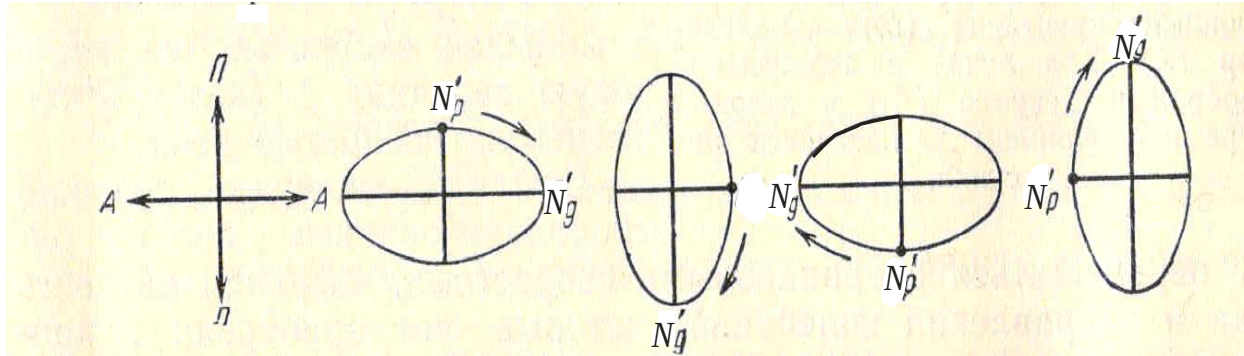


Рис. 8. Четырехкратное угасание минерала в анизотропном сечении при повороте столика микроскопа на 360° (Π , A – плоскости колебаний света в поляризаторе и анализаторе)

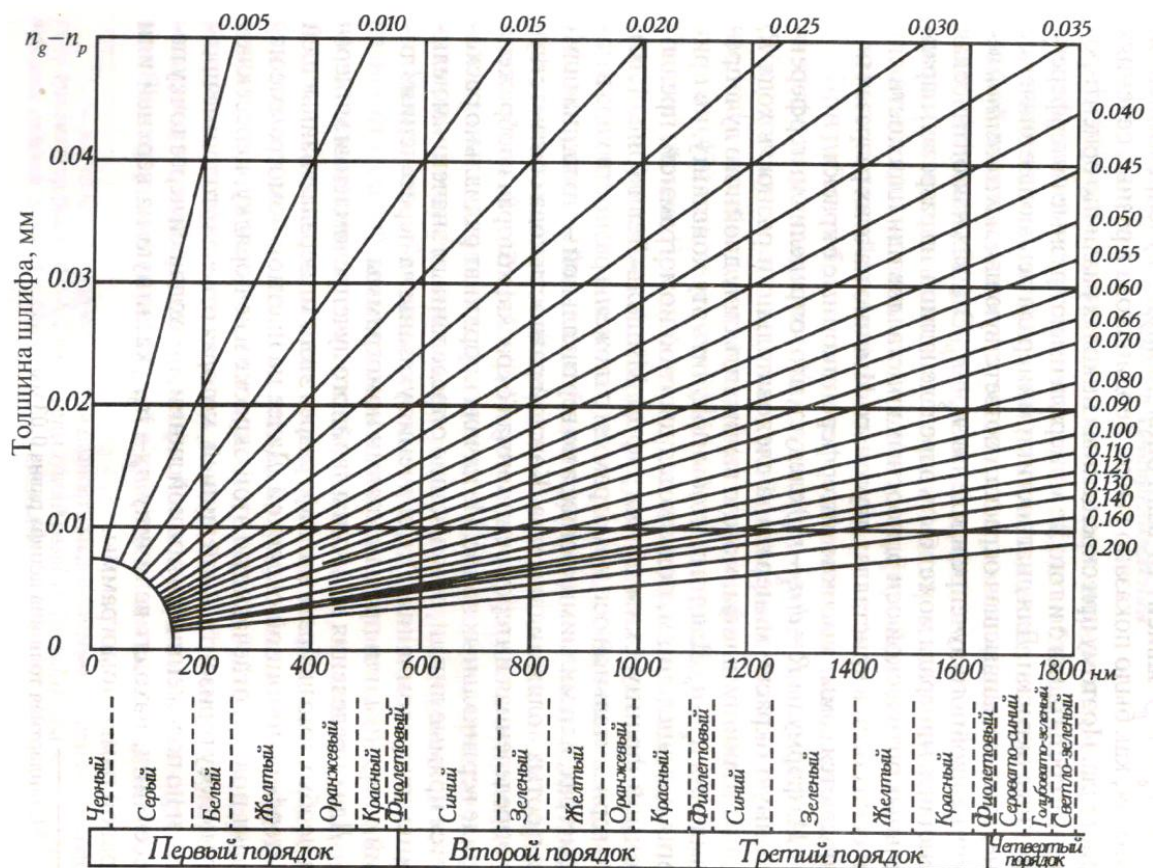


Рис. 9. Номограмма Мишель-Леви. Внизу – цвета интерференционной окраски и соответствующие им значения разности хода R (в нанометрах). Объяснения в тексте.

Наблюдаемые у кристаллов интерференционные окраски делятся на порядки (*I*, *II*, *III* и так далее), границы между которыми проводятся по фиолетовой окраске (рис. 9). Первый порядок начинается с низких цветов интерференции – темно-серого, серого, белого, далее желтого, и заканчивается красным, а затем фиолетовым цветом (последний соответствует разности хода около 550 нм).

Цвета интерференции *II* и *III* порядков повторяются в одинаковой последовательности: каждый порядок начинается с синего цвета, затем следуют зеленый, желтый, красный цвет. Фиолетовый цвет на границе *II* и *III* порядка отвечает разности хода 1100 нм, на границе *III* и *IV* порядков – 1650 нм (см. рис. 9). При больших разностях хода интерференционные окраски становятся все более бледными и выше *III* порядка трудно различимы.

У некоторых минералов величина двупреломления для световых лучей разного цвета несколько отличается по величине (дисперсия двупреломления). Это приводит к образованию *аномальных* (отличающихся от приводимых на рис. 9) интерференционных окрасок – ржаво-бурых, красно-фиолетовых, индигово-синих в *I* порядке и очень ярких и пестрых в более высоких порядках. Аномальные интерференционные окраски характерны для хлорита, эпидота и некоторых других минералов.

При наблюдении интерференционной краски минерала нужно уметь определять ее порядок. Это можно сделать, рассматривая края зерен минерала. Нужно найти в шлифе зерно минерала, край которого скошен на клин. В пределах клина толщина зерна постепенно увеличивается. Поэтому в соответствующей клину каемке на краю зерна наблюдается последовательный (как на номограмме Мишель-Леви) переход от низких цветов интерференционной окраски *I* порядка в самой тонкой части клина к все более высокой интерференционной окраске, соответствующей толщине основной части зерна.

Например, если зерно в своей основной части имеет желтую интерференционную окраску *II* порядка (рис. 10), то в периферической клиновидной части зерна будут последовательно наблюдаться серая, белая, желтая, красная окраска *I* порядка, затем синяя и зеленая окраска *II* порядка,

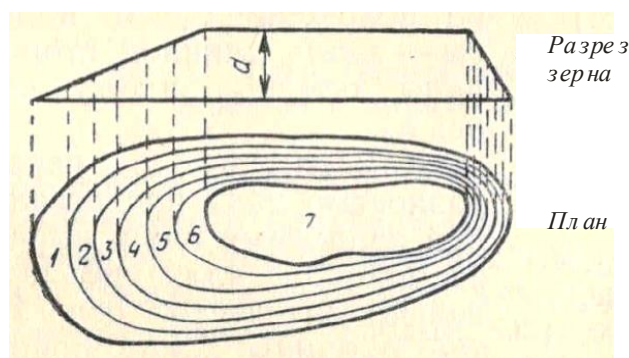


Рис. 10. Образование цветных каемок в краевых скошенных на клин частях зерна:
1 – серый *I*; 2 – белый *I*; 3 – желтый *I*; 4-красный *I*; 5-синий *II*; 6-зеленый *II*; 7 – желтый *II*
(*I*, *II* – порядок интерференционной окраски)

после чего идет свойственная основной части зерна желтая интерференционная окраска *II* порядка (см. рис. 10). Прослеживая эти цветные каемки на краю

зерна (сравнивая последовательность цветов с номограммой Мишель-Леви), можно определить, какой порядок имеет интерференционная окраска, которую имеет основная часть изучаемого зерна.

Ширина цветных каемок на краях зерен зависит от угла наклона клина на краю зерна. Если при пологом клине можно наблюдать последовательную смену всех цветов интерференции (см. рис. 10, слева), то при крутом наклоне клина (см. рис. 10, справа) некоторые цвета выпадают, а другие (обычно синий и зеленый) сливаются в одну темную полосу. Для определения порядка окраски может быть использована и такая слившаяся сине-зеленая полоска: отсутствие этой полоски говорит о *I* порядке интерференционной краски минерала, одна полоска указывает на *II* порядок, а наличие вдоль края зерна двух таких полосок указывает на *III* порядок интерференционной окраски в основной части зерна.

Интерференционную окраску может несколько исказить собственная окраска минерала (наблюдаемая при выключенном анализаторе, например, у биотита или роговой обманки). Например, зерно роговой обманки (зеленое при выключенном анализаторе) с красной интерференционной окраской *I* порядка будет выглядеть при включенном анализаторе из-за зеленой собственной окраски не красным, а бурым. То есть при изучении минералов с интенсивной собственной окраской следует иметь в виду, что для определения истинной интерференционной окраски следует «вычитать» из наблюдаемой интерференционной окраски собственную окраску минерала.

Из формулы $R = d(N_g' - N_p')$ следует, что в скрещенных николях различно ориентированные зерна (зерна с различными значениями $N_g' - N_p'$) одного и того же анизотропного минерала имеют разные значения R , то есть разную интерференционную окраску. Таким образом, один и тот же минерал в зависимости от сечения может иметь в шлифе различную интерференционную окраску. Эта окраска минимальная (черная) в разрезах, перпендикулярных оптической оси, наивысшая в разрезах, соответствующих $N_g - N_p$, и промежуточная в прочих разрезах.

В случае наивысшей интерференционной краски приведенная выше формула имеет вид $R = d(N_g - N_p)$. Используя эту формулу, можно определять толщину шлифа (d) и двупреломление минерала ($N_g - N_p$).

Определение толщины шлифа. Чаще всего производится по кварцу. Для этой цели находим в шлифе зерно кварца с наивысшей интерференционной окраской. По таблице Мишель-Леви определяем разность хода лучей R для этой окраски. Затем по формуле $d = R / (N_g - N_p) = R / 0.009$ (0.009 – величина $N_g - N_p$ кварца) вычисляем толщину шлифа (R и d должны быть выражены в одинаковых единицах измерения – нанометрах или миллиметрах).

Определить толщину шлифа по кварцу с помощью номограммы Мишель-Леви можно и не прибегая к вычислениям. По горизонтальной оси номограммы (см. рис. 9) отложены разности хода в нанометрах (каждой разности хода соответствует определенная интерференционная окраска), а по

вертикальной оси – толщина шлифа в сотых долях миллиметра. Из начала координат радиально расходятся прямые линии, отвечающие определенным значениям величины двупреломления, указанным на пересечениях линий с верхним или правым краями номограммы.

Для определения толщины шлифа находим точку пересечения наклонной линии, соответствующей двупреломлению 0.009, и вертикальной линии, соответствующей значению разности хода R наблюдаемой в данном шлифе наивысшей интерференционной окраски кварца. После этого по оси ординат считываем соответствующее этой точке значение толщины шлифа.

В тех случаях, когда в породе нет кварца, для определения толщины шлифа можно использовать плагиоклаз, условно приняв его двупреломление равным 0,008 (такое двупреломление имеют встречающиеся в ряде бескварцевых магматических пород плагиоклазы состава андезин-лабрадор).

Определение двупреломления минерала. В шлифе находим зерно изучаемого минерала с наивысшей интерференционной окраской (для этого просматриваем все зерна данного минерала и оцениваем интерференционную окраску каждого зерна). По номограмме Мишель-Леви определяем разность хода R для найденной наивысшей интерференционной окраски. Зная толщину шлифа d , по формуле $N_g - N_p = R/d$ вычисляем величину двупреломления ($N_g - N_p$) минерала.

Графическое определение двупреломления $N_g - N_p$ по номограмме Мишель-Леви производится следующим образом. От взятого по оси ординат значения толщины данного шлифа перемещаемся слева направо до определенной нами наивысшей интерференционной окраски минерала. Из полученной точки по наклонной линии поднимаемся вверх направо и считываем на конце этой линии значение двупреломления минерала.

Таблица 2

**Интерференционная окраска минералов в зависимости от двупреломления
(по А. Н. Феногенову, с изменениями)**

Двупреломление	Интерференционная окраска в шлифах стандартной толщины (0,03 мм)	Характерные минералы
Менее 0.005 (очень слабое)	Серая, светло-серая	Апатит, нефелин
0.005 – 0.010 (слабое)	Белая, светло-желтая	Кварц (0.009), полевые шпаты
0.011-0.030 (умеренное)	Желто-оранжевая, красная I порядка до желто-зеленой II порядка	Роговая обманка, авгит
0.31 – 0.100 (сильное)	Желтая II порядка до V порядка	Оливин, биотит, циркон
Более 0.100 (очень сильное)	Перламутровые, бело-розовые окраски высших порядков – IV порядок и выше	Карбонаты, титанит, рутил

Двупреломление минерала может быть: 1) очень слабым, 2) слабым, 3) умеренным, 4) сильным (табл. 2). Граница двупреломления 0.030 (между умеренным и сильным двупреломлением) соответствует появлению в скошенных на клин краях зерен повторяющихся цветных полосок, по которым можно определять порядок интерференционной окраски (см. выше). При очень сильном двупреломлении порядок интерференционной окраски установить практически невозможно.

Угол угасания

Угол угасания – это угол между одной из осей индикатрисы и какой-либо кристаллографической плоскостью (гранью кристалла, трещиной спайности, двойниковым швом). Если угол угасания равен нулю, угасание называется прямым, если не равен нулю – косым (рис. 11). В случае, если указанные выше кристаллографические плоскости в зерне не выражены (например, в зернах кварца неправильной формы), характер угасания минерала не определяется.

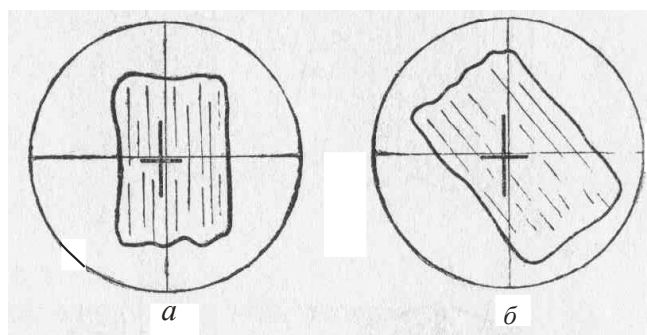


Рис. 11. Характер угасания минерала:

a – прямое, *б* – косое (минерал зарисован в положении угасания, черные линии в центре – оси оптической индикатрисы зерна)

Минералам гексагональной, тетрагональной, тригональной и ромбической сингоний в большинстве разрезов свойственно прямое угасание. Минералы моноклинной сингонии в разрезах, перпендикулярных (010), обладают прямым угасанием, а в разрезе, параллельном (010) (такой разрез характеризуется наивысшей интерференционной окраской), – косым. Минералы триклинной сингонии обладают во всех разрезах косым угасанием.

Для определения характера угасания какого-либо зерна нужно установить грань кристалла или трещины спайности параллельно вертикальной нити окулярного креста и, включив анализатор, посмотреть, будет зерно при скрещенных николях находиться в положении угасания или нет. Если минерал в этом положении гаснет, значит угасание прямое, а если минерал просветлен, то угасание косое.

Если угасание косое, то следует измерить угол угасания. Для этого нужно повернуть столик микроскопа из положения, когда грань кристалла или трещины спайности параллельны вертикальной нити, в положение угасания зерна. Угол поворота равен углу угасания. Достигать положения угасания можно, поворачивая столик как вправо, так и влево. При измерении угла

угасания столик вращают в сторону ближайшего угасания минерала, чтобы угол угасания был менее 45° .

При определении угла угасания следует указывать, по отношению к какой оси оптической индикатрисы он измерен. В положении угасания оси оптической индикатрисы зерна располагаются параллельно нитям окуляра, но нужно определить наименования этих осей.

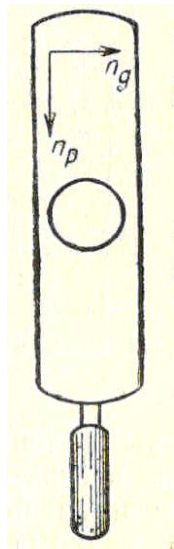


Рис. 12.
Компенсатор

Определение наименований осей индикатрисы производится с помощью компенсаторов, которые представляют собой кристаллические пластинки с известной разностью хода и фиксированным положением осей индикатрисы. Вдоль длинной стороны компенсаторов расположена ось N_p , а поперек длинной стороны - N_g (рис. 12).

Во многих случаях используется компенсатор с разностью хода 550-560 нм. Введенный в специальную прорезь тубуса микроскопа (см. рис. 1, 2), он дает красно-фиолетовую интерференционную окраску, поэтому его называют «красным».

Для определения наименования осей индикатрисы сначала ставим исследуемый минерал в положение угасания. В этом положении оси индикатрисы параллельны нитям окуляра (см. рис. 11). Затем поворачиваем столик микроскопа на 45° против часовой стрелки. Этим мы поворачиваем ось индикатрисы, которая совпадала с вертикальной нитью микроскопа, в положение, ориентированное параллельно прорези тубуса микроскопа, в которую вставляется компенсатор.

Вводим компенсатор и наблюдаем изменение интерференционной окраски минерала. Если оси индикатрисы минерала N_p и N_g *совпадают* по направлению с одноименными осями компенсатора (рис. 13), то происходит

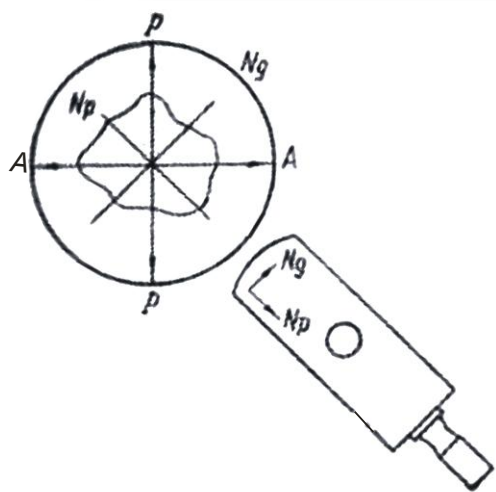


Рис. 13. Совпадение одноименных осей индикатрисы

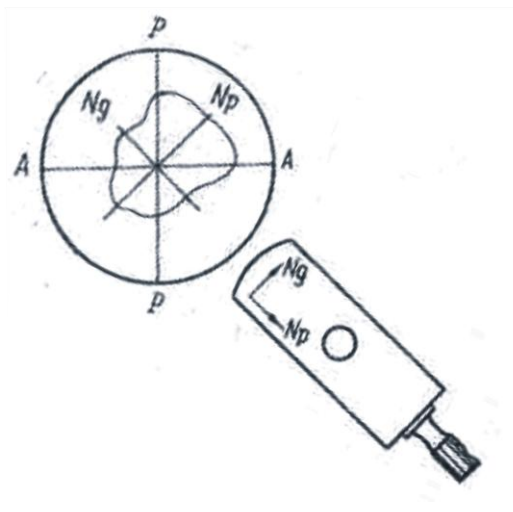


Рис. 14. Совпадение разноименных осей индикатрисы

сложение разностей хода минерала и компенсатора – интерференционная окраска *повышается*. Если оси индикатрисы минерала и компенсатора *не совпадают* по направлению (рис. 14), то общая разность хода уменьшается и интерференционная окраска *понижается*. Если компенсатором с разностью хода 550-560 нм устанавливают наименования осей индикатрисы зерна с интерференционной окраской **I порядка**, то повышение или понижение интерференционной окраски определяется по отношению к компенсатору.

Например, минерал обладает белой интерференционной окраской *I* порядка ($R = 200$ нм). При совпадении одноименных осей индикатрисы в минерале и в компенсаторе происходит сложение разностей хода ($R = 200 + 560 = 760$ нм) и интерференционная окраска повышается (относительно красной окраски компенсатора - 550-560 нм) до сине-зеленой *II* порядка (760 нм). При обратном расположении осей индикатрисы разность хода уменьшается ($R = 560 - 200 = 360$ нм) и интерференционная окраска понижается (относительно красной окраски компенсатора - 550-560 нм) до желтой *I* порядка (360 нм).

Компенсатор с разностью хода 550-560 нм может быть использован и при определении наименования осей индикатрисы минералов с **высокой интерференционной окраской**. Как отмечалось ранее, на скошенных краях зерен таких минералов могут наблюдаться участки (чаще всего в виде полосок по краям зерен) с низкой интерференционной окраской (серой, белой, желтой *I* порядка). По ним описанным выше способом можно определить наименование осей индикатрисы. В случае совпадения одноименных осей индикатрисы компенсатора и зерна серая окраска на скошенном крае зерна при введении компенсатора станет синей или зеленой и, наоборот, если у компенсатора и зерна совпадут разноименные оси, серая окраска на скошенном крае зерна станет желтой или оранжевой.

При работе с компенсатором рекомендуется контролировать правильность измерений, определяя у изучаемого зерна наименования обеих осей индикатрисы. Если в одном положении было, например, совпадение направления осей индикатрисы в зерне и в компенсаторе, то после поворота на 90° должен наблюдаться противоположный эффект.

Для определения наименования осей индикатрисы может быть использован также *кварцевый клин* – компенсатор, толщина которого увеличивается от одного его конца к другому. Направление тонкого конца обозначается на оправе острым углом треугольника (рис. 15). По мере введения кварцевого клина в прорезь тубуса микроскопа тонким концом вперед толщина

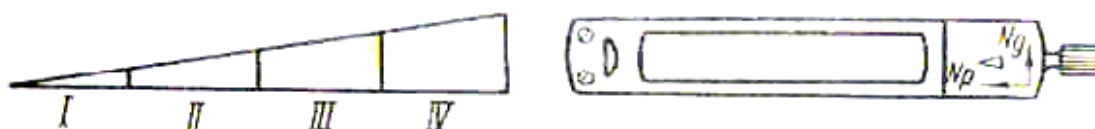


Рис. 15 . Кварцевый клин

наблюдаемой в поле зрения части компенсатора возрастает и видимая интерференционная окраска компенсатора последовательно повышается - от *I* до *III* и *IV* порядка (см. рис. 15), как на номограмме Мишель-Леви.

Кварцевый клин позволяет различать повышение или понижение интерференционной окраски по скошенным краям зерен высокодвупреломляющих минералов («метод бегущих полосок»).

Если при вдвигании кварцевого клина цветные полосы интерференционной окраски на скошенном крае зерна перемещаются *от центра* минерала к его краям, то оси эллипса в клине и в минерале *совпадают*. Если же цветные полосы при вдвигании клина перемещаются от краев зерна к центру, то оси эллипса в клине и в минерале не совпадают. Чтобы передвижение цветных полосок было заметно, следует вдвигать клин не слишком медленно. Следует иметь в виду, что при несовпадении осей эллипса передвижение полосок обычно заметно лучше, чем при совпадении осей.

Порядок работы при определении угла угасания:

1) Находим зерно с наивысшей интерференционной окраской и системой четких параллельных трещин спайности; ставим зерно на центр нитей окуляра.

2) Поворотом столика микроскопа ставим трещины спайности параллельно вертикальной нити окуляра. Берем отсчет на лимбе столика микроскопа.

3) Поворачиваем столик микроскопа до ближайшего положения угасания минерала (то есть совмещаем одну из осей индикатрисы с вертикальной нитью окуляра). Снова берем отсчет на лимбе столика микроскопа. Разность первого и второго отсчетов - угол угасания.

4) В положении угасания зерно зарисовываем, отмечаем направления осей индикатрисы (параллельно нитям окуляра), трещин спайности и показываем измеренный угол угасания (чтобы лучше видеть спайность, зарисовку можно делать, включив в положение угасания анализатор).

5) С помощью компенсатора определяем наименование оси индикатрисы, по отношению к которой измерен угол угасания. Подписываем наименования осей индикатрисы на зарисовке.

Записываем результаты измерения угла угасания: например, $cN_g = 15^\circ$ (угол между спайностью и N_g равен 15°).

Знак удлинения

Знак удлинения характеризует ориентировку оптической индикатрисы относительно направления вытянутости кристаллов или относительно трещин спайности в вытянутых сечениях кристаллов.

Удлинение считается положительным, если ось индикатрисы N_g совпадает с длинной осью кристалла (трещинами спайности) или отклоняется от нее не более, чем на 30° ($cN_g \leq 30^\circ$). Если же такое положение занимает ось N_p ($cN_p \leq 30^\circ$), то удлинение считается отрицательным. При углах угасания, равных $30 - 45^\circ$, знак удлинения не определяют.

Плеохроизм

Плеохроизм – способность минерала неодинаково поглощать свет разных частей спектра по различным направлениям. Плеохроизм проявляется в изменении собственной окраски минерала (наблюдается при выключенном анализаторе) при вращении столика микроскопа: поворачивая столик микроскопа, мы изменяем положение зерна относительно плоскости колебаний света, выходящего из поляризатора.

Различают три типа плеохроизма:

- 1) изменяется интенсивность окраски, а цвет сохраняется (например, у биотита, который может плеохроировать от светло- до темно-бурого цвета);
- 2) изменяется как интенсивность окраски, так и цвет минерала (например, у роговая обманки, которая может при вращении столика микроскопа менять окраску от светло-желтой до темно-зеленой);
- 3) изменение окраски не сопровождается изменением ее интенсивности (например, у гиперстена, который плеохроирует от бледно-розового до бледно-зеленого).

Для определения окраски по N_g и N_p используют зерно минерала с наивысшей интерференционной окраской. Сначала в зерне определяют положение и наименования осей индикатрисы. Затем устанавливают зерно в положение угасания. Выключают анализатор и наблюдают окраску по той оси индикатрисы, которая в данный момент совмещена с плоскостью колебаний поляризатора (например, N_g). Затем поворотом столика на 90° совмещают с направлением колебаний света в поляризаторе другую ось индикатрисы (например, N_p) и, выключив анализатор, наблюдают соответствующую ей окраску.

Для определения окраски по N_m (у двуосных минералов) используются разрезы с наинизшей интерференционной окраской. В скрещенных николях такие разрезы черные или темно-серые и остаются таковыми при вращении столика микроскопа. Разрез с наинизшей интерференционной окраской соответствует круговому сечению индикатрисы, радиусом которого является N_m , так что при любом повороте столика микроскопа собственная окраска минерала (наблюдаемая при выключенном анализаторе) в этом разрезе одинакова и характеризует N_m . Чаще всего окраска по N_m является промежуточной между окрасками по N_g и N_p .

Записав цвета по осям индикатрисы (запись ведется с указанием окраски и ее интенсивности, например: N_g – темно-зеленая, N_p – светлая зеленовато-желтая), составляем *схему абсорбции* (поглощения света).

Если окраска по N_g более темная, чем по N_m , а последняя более темная, чем по N_p , то схема абсорбции называется *прямой* (обозначается $N_g > N_m > N_p$). Такая схема абсорбции наблюдается, например, у биотита.

Если окраска по N_p более темная, чем N_m , а последняя более темная, чем по N_g , то схема абсорбции называется *обратной* (обозначается $N_g < N_m < N_p$), например, у эгирина.

В тех случаях, когда меняется только окраска, а густота окраски не меняется, исследование плеохроизма ограничивается записями окрасок по осям индикатрисы: например, у гиперстена: N_g – бледно-зеленая, N_p – бледно-розовая.

1.5. Исследования при включенном анализаторе в сходящемся свете

Метод исследования в сходящемся свете (коноскопический метод) основан на использовании прохождения через кристалл сходящегося (в виде конуса) пучка плоскополяризованных лучей, которые пересекаются в центре кристалла. При этом под микроскопом наблюдается не сам кристалл, а его интерференционная (коноскопическая) фигура.

Исследования в сходящемся свете позволяют определить осьность минерала, его оптический знак и приближенно величину угла оптических осей ($2V$) двусных минералов.

Методика работы

Изучение минералов коноскопическим методом проводится при включенном анализаторе с введенной в осветительную систему микроскопа линзой Лазо (см. рис. 2, 3), создающей сходящийся пучок лучей. Пройдя через кристалл, лучи становятся расходящимися. Чтобы затем собрать эти лучи, используют объектив с увеличением $40\times$ или $60\times$. После прохождения собранных лучей через анализатор возникает оптический эффект, называемый интерференционной, или коноскопической, фигурой. Ее рассматривают при вынутom окуляре или через окуляр, но с линзой Бертрана.

Чаще всего в сходящемся свете изучают разрезы, перпендикулярные к оптической оси, или близкие к этому направлению.

Порядок работы:

1. В параллельном свете с объективом $8\times$ или $9\times$ находим разрез минерала с наиболее низкой интерференционной окраской – черной или темно-серой, не меняющейся или почти не меняющейся при вращении столика микроскопа (в случае минерала с высоким двупреломлением можно использовать и сечения с белой и желтоватой окраской I порядка). Если минерал окрашен, то без анализатора такое зерно не должно обнаруживать плеохроизма. Зерно должно быть достаточно крупным – при большом увеличении ($60\times$ или $40\times$) занимать не менее четверти поля зрения.

Помещаем это зерно в центр поля зрения. При выключенном анализаторе добиваемся наиболее яркого и равномерного освещения поля зрения; полностью открываем диафрагму, поднимаем осветительное устройство вверх до упора.

2) Меняем объектив $8\times$ или $9\times$ на объектив $60\times$ или $40\times$ (предварительно хорошо отцентрированный) и еще раз проверяем, что шлиф установлен

покрывным стеклом вверх. Объектив с большим увеличением имеет короткое фокусное расстояние. Это расстояние меньше толщины предметного стекла и при попытке сфокусировать его на минерал в шлифе, положенном покрывным стеклом вниз, шлиф может быть раздавлен и объектив испорчен.

Наводим на фокус. Чтобы не раздавить шлиф, сначала опускаем тубус винтом грубой наводки, смотря сбоку на объектив. Подводим объектив к шлифу так, чтобы между входной линзой объектива и поверхностью шлифа остался лишь незначительный просвет (меньше миллиметра). После этого, глядя в окуляр, начинаем поднимать тубус и наводим на резкость.

3) Включаем анализатор и линзу Лазо, а затем вводим линзу Бертрана или вынимаем окуляр. Наблюдаем коноскопическую фигуру (без окуляра она будет маленькой и четкой, а с окуляром и линзой Бертрана – менее четкой, но зато более крупной).

Разрез, перпендикулярный оптической оси одноосного кристалла

В данном разрезе коноскопическая фигура имеет вид темного креста, ветви (балки) которого ориентированы вдоль нитей окуляра и пересекаются в центре поля зрения (в точке выхода оптической оси). При вращении столика микроскопа крест не изменяет своего положения (рис. 16).

У минералов с низким двупреломлением (кварц, нефелин) контуры коноскопического креста расплывчатые, между балками креста - интерференционная окраска I порядка. У минералов с высоким двупреломлением балки креста более тонкие и четкие, между балками располагаются цветные кольца интерференционной окраски нескольких порядков.

Для определения оптического знака кристалла можно использовать компенсатор с разностью хода 560-570 нм. Получив коноскопическую фигуру, вводим компенсатор в прорезь тубуса микроскопа и наблюдаем изменение интерференционной окраски у перекрестия балок креста. Если во II и IV квадрантах появляется желтая окраска первого порядка, а в I и III квадрантах – синяя окраска второго порядка, то кристалл оптически положителен (рис. 16, б). Если во II и IV квадрантах возникает синяя окраска второго порядка, а в I и III квадрантах – желтая окраска первого порядка, то кристалл оптически отрицателен (рис. 16, в). Сам крест приобретает при этом красную окраску, соответствующую разности хода компенсатора ($R = 560-570$ нм).

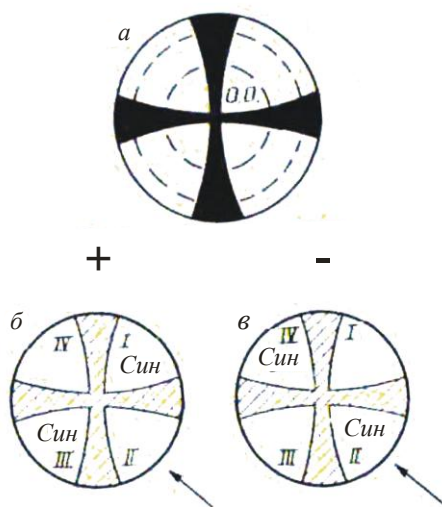


Рис. 16. Коноскопическая фигура одноосного кристалла в разрезе, перпендикулярном оптической оси (а), и определение оптического знака в этом разрезе с помощью компенсатора (б, в)

желтая окраска первого порядка, то кристалл оптически отрицателен (рис. 16, в). Сам крест приобретает при этом красную окраску, соответствующую разности хода компенсатора ($R = 560-570$ нм).

Если разрез не строго перпендикулярен оптической оси, то центр коноскопической фигуры (креста) будет смещен относительно перекрестия нитей окуляра. При вращении столика микроскопа центр креста будет описывать окружность вокруг центра поля зрения, а балки креста будут перемещаться параллельно нитям окуляра. Горизонтальная балка при этом перемещается снизу вверх или сверху вниз, а вертикальная – справа налево или слева направо (рис. 17).



Рис. 17. Коноскопическая фигура одноосного кристалла в косом разрезе (стрелками показано направление вращения столика)

При определении оптического знака в данном случае крест коноскопической фигуры следует перед введением компенсатора установить так, чтобы большая часть поля зрения была занята II или IV квадрантом (см. рис. 16), а далее вести определение, как описано выше.

Разрез, перпендикулярный оптической оси двуосного кристалла

Коноскопическая фигура имеет вид темной изогнутой полосы – *изогир*, проходящей через центр поля зрения (выход оптической оси). При вращении столика микроскопа изогир поворачивается вокруг центра поля зрения, то выпрямляясь (при совпадении с одной из нитей окуляра), то изгибаясь (рис. 18).

Если разрез ориентирован строго перпендикулярно оптической оси, изогир при вращении столика микроскопа из поля зрения не выходит. Если же разрез ориентирован не совсем перпендикулярно оптической оси, то изогир

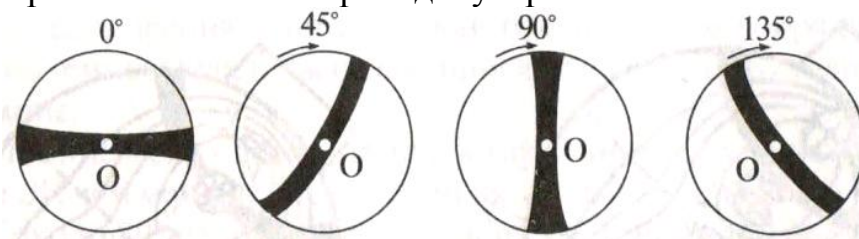


Рис.18. Коноскопическая фигура двуосного кристалла в разрезе, перпендикулярном оптической оси (O), и ее поведение при вращении столика микроскопа (показано стрелками)

при вращении столика может уходить за пределы поля зрения, перемещаясь *диагонально* по отношению к нитям окуляра (это отличает сечения двуосных кристаллов от косых разрезов одноосных кристаллов, когда балки креста перемещаются *параллельно* нитям окуляра).

По степени изогнутости изогирь приближенно можно оценить величину угла $2V$. Для этого изогирю нужно установить под углом 45° к нитям окуляра.

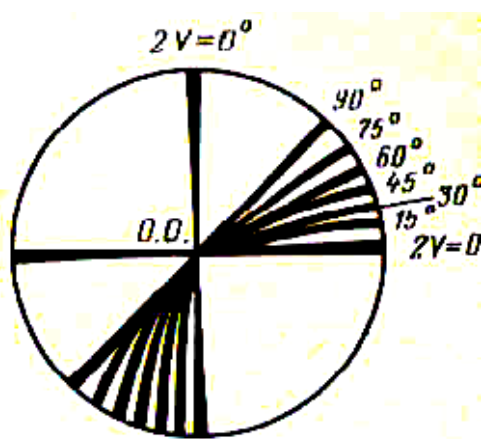


Рис.19 . Диаграмма для приближенной оценки величины угла $2V$ в разрезе, перпендикулярном оптической оси

Чем больше угол оптических осей, тем меньше изогнута изогиря, а при угле $2V$, равном 90° , она становится прямолинейной (рис. 19).

Для определения оптического знака двусосного минерала следует повернуть столик микроскопа так, чтобы изогиря располагалась поперек направления введения компенсатора (рис. 20). Если при введенном компенсаторе на выпуклой стороне изогирь появится синий, а на вогнутой – желтый цвет, то минерал оптически положительный. Если распределение окрасок обратное, то минерал оптически отрицательный (см. рис. 20). Сама изогиря в обоих случаях принимает красную окраску.

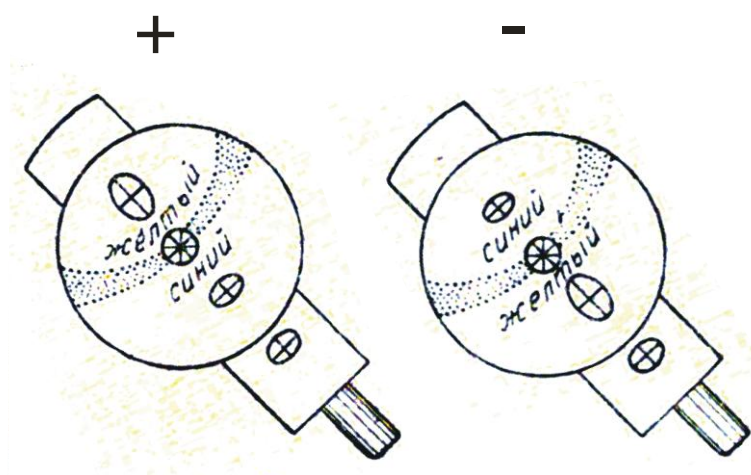


Рис. 20. Определение оптического знака двусосного кристалла в разрезе, перпендикулярном оптической оси (рисунок с введенным компенсатором)

1.6. План описания минерала под микроскопом

Приступая к описанию исследуемого минерала, нужно сначала внимательно просмотреть весь шлиф (при выключенном и при включенном анализаторе) и примерно оценить, сколько и какие минералы имеются в шлифе. После этого изучаемый минерал описывают в следующем порядке.

При выключенном анализаторе

1. Процентное содержание минерала в породе – путем сравнения площади, занимаемой минералом, с площадью поля зрения.

2. Размеры зерен минерала. Измеряют длину и ширину преобладающих по размеру зерен.

3. Форма зерен в различных разрезах и, как вывод, пространственная форма кристалла.

4. Спайность. Отмечают наличие или отсутствие спайности, степень ее совершенства, число направлений спайности, величину угла между плоскостями спайности.

5. Цвет и плеохроизм минерала.

6. Показатель преломления: направление перемещения полоски Бекке, характер ограничений, рельефа, шагреновой поверхности, группа по таблице Лодочникова. Псевдоабсорбция.

При включенном анализаторе

А. В параллельном свете

7. Толщина шлифа.

8. Двупреломление, с указанием наивысшей интерференционной окраски и метода определения.

9. Угасание и ориентировка осей индикатрисы с зарисовкой.

10. Характер удлинения.

11. Схема плеохроизма с указанием окраски по осям индикатрисы.

Б. В сходящемся свете

12. Осность.

13. Оптический знак.

14. $2V$ (грубая оценка).

1.7. Примеры описания минералов в шлифе

(по Л. И. Кравцовой и М. Н. Чукашевой, с изменениями)

1. Зерна минерала в шлифе имеют преимущественно вытянутую форму с прямолинейными ограничениями параллельно спайности и неровными поперек спайности. Реже встречается неправильная, близкая к изометричной, форма зерен. В разрезах вытянутой формы наблюдается весьма совершенная спайность в виде тонких почти непрерывных линий вдоль удлинения. В зернах изометричной формы спайности не наблюдается. Судя по этим данным, минерал имеет пластинчатую форму.

Минерал в шлифе прозрачен, бесцветен. Показатель преломления выше, чем у канадского бальзама, так как полоска Бекке при поднятии тубуса микроскопа перемещается в сторону минерала. Ограничения и шагреновая поверхность относительно слабые. По этим признакам минерал относится к IV группе таблицы Лодочникова.

Минерал обладает псевдоабсорбцией: при совмещении спайности с вертикальной нитью окуляра ограничения и шагреновая поверхность более отчетливы, чем при совмещении спайности с горизонтальной нитью.

В скрещенных николях минерал имеет прямое угасание относительно спайности и положительное удлинение ($cN_g = 0^\circ$).

Толщина шлифа определена по кварцу. Наивысшая интерференционная окраска кварца желтовато-белая *I* порядка, что соответствует разности хода 300 нм. Зная, что у кварца $N_g - N_p = 0.009$, по номограмме Мишель-Леви находим, что толщина шлифа равна 0.033 мм.

Наивысшая интерференционная окраска исследуемого минерала красная *II* порядка (разность хода 1050 нм), что соответствует, по номограмме Мишель-Леви, величине двупреломления $N_g - N_p$, равной 0.032.

Для определения осности минерала использовано зерно изометричной формы с белой интерференционной окраской *I* порядка. В сходящемся свете наблюдалась интерференционная фигура в виде изогирь, из чего можно сделать вывод, что минерал двуосен. По кривизне изогирь $2V = 40 - 50^\circ$. Оптический знак минерала отрицательный – на вогнутой стороне изогирь при введении компенсатора появляется синяя окраска.

Судя по приведенным данным, изученный минерал – мусковит.

2. Минерал образует сечения прямоугольной удлиненной формы, с отношением длины к ширине 4:1 (со спайностью вдоль удлинения), а также ромбовидной формы (со спайностью по двум направлениям под углом 124°). Из этого можно сделать вывод, что кристаллы минерала имеют призматический облик.

Минерал прозрачный, окрашен в зеленый цвет и обнаруживает плеохроизм, проявляющийся в изменении цвета и интенсивности окраски. По показателю преломления минерал соответствует V группе таблицы Лодочникова: имеет ясные ограничения, ясную шагреневую поверхность и положительный рельеф.

В скрещенных николях в отдельных зернах (преимущественно в поперечных разрезах) наблюдаются простые двойники. Наивысшая интерференционная окраска синяя *II* порядка, разность хода 700 нм (определено по естественному клину на краю зерна). Толщина шлифа определена по плагиоклазу, двупреломление которого принято равным 0.008. Наивысшая интерференционная окраска плагиоклаза в шлифе белая *I* порядка, соответствующая разности хода 250 нм. По этим данным толщина шлифа, определенная по номограмме Мишель-Леви, равна 0.031 мм. Используя данное значение толщины шлифа, определяем по номограмме двупреломление изучаемого минерала: $N_g - N_p = 0.022$.

Угасание относительно спайности в разрезе с наивысшей интерференционной окраской косое: $cN_g = 18^\circ$, удлинение положительное. Прямая схема абсорбции $N_g > N_m > N_p$: окраска по N_g – густая сине-зеленая, по N_m – буровато-зеленая, по N_p – светлая желто-зеленая.

Осность определялась в изотропном сечении. В сходящемся свете наблюдалась интерференционная фигура в виде слабо изогнутой изогирь – минерал двуосный, угол $2V$ около $70 - 80^\circ$. Оптический знак отрицательный –

при введенном компенсаторе на вогнутой стороне изогирь наблюдалась синяя окраска.

По полученным данным минерал диагностируется как амфибол (роговая обманка).

1.8. Контрольные вопросы

1. Дайте определение понятия «оптическая ось кристалла».
2. Что означает величина $2V$?
3. Каков оптический знак кристалла, если острой биссектрисой угла $2V$ является N_g ?
4. Для чего в микроскопе предназначена диафрагма?
5. Существует ли связь между положением нитей в окуляре микроскопа и расположением плоскостей поляризации в поляризаторе и анализаторе?
6. Как ориентирована плоскость колебаний поляризатора в Вашем микроскопе?
7. Как производится центровка микроскопа?
8. Чему равняется цена минимального деления шкалы окуляр-микрометра с объективом $8\times$?
9. Какие оптические свойства минералов определяются при выключенном анализаторе?
10. При каком положении николей (поляризатора и анализатора) наблюдают плеохроизм?
11. Что является причиной псевдоабсорбции?
12. Каково положение осей индикатрисы в зерне минерала в момент его угасания?
13. Дайте определение понятия «сила двойного лучепреломления».
14. Перечислите цвета интерференции, относящиеся к I порядку.
15. В каких разрезах индикатрисы интерференционная окраска кристалла наивысшая, и в каких наименьшая?
16. Для определения каких констант используются разрезы с наивысшей интерференционной окраской?
17. Какова наивысшая интерференционная окраска у пироксена, если $N_g = 1.654$, $N_p = 1.664$, а толщина шлифа равна 0.03 мм?
18. Какова толщина шлифа, если плагиоклаз имеет наивысшую интерференционную окраску желтую I порядка (разность хода 400 нм) при $N_g - N_p = 0.008$?
19. Какое зерно минерала выбирается для определения угла угасания?
20. Какая ось индикатрисы совпадает с длинной стороной компенсатора?
21. В каких разрезах плеохроичных минералов можно наблюдать окраску по N_m ?
22. По каким признакам выбирается в шлифе зерно минерала для определения осности и оптического знака?

23. Как в сходящемся свете отличить минерал тетрагональной сингонии от минерала ромбической сингонии?
24. Чем отличается коноскопическая фигура одноосного и двуосного кристаллов в разрезах, перпендикулярных оптической оси?
25. Чем отличается коноскопическая фигура в разрезе, перпендикулярном оптической оси, у двуосных минералов при угле $2V$, близком к 90° , и при угле $2V$, близком к 0° ?

2. ПОРОДООБРАЗУЮЩИЕ МИНЕРАЛЫ

2.1. Минералы магматических пород

Кварц

SiO_2 . Низкотемпературный кварц относится к тригональной сингонии, а высокотемпературный – к гексагональной.

В интрузивных породах форма зерен кварца чаще всего неправильная. В вулканических и жильных породах кварц образует вкрапленники в форме гексагональной дипирамиды (продольные сечения таких вкрапленников могут иметь квадратную форму) или в виде изометричных округлых выделений.

Без анализатора прозрачный, бесцветный, без спайности и вторичных изменений. Иногда наблюдается волнистое угасание.

Показатели преломления (наибольший - 1.553, наименьший - 1.544) больше показателя преломления канадского бальзама. Относится к III группе Лодочникова – шагреневая поверхность отсутствует, рельеф слабый положительный, ограничения заметны слабо.

Двупреломление 0.009. Интерференционная окраска серая, белая, в утолщенных шлифах – желтая I порядка. Одноосный, положительный.

Кварц может быть сходен в шлифах с несдвойникованным плагиоклазом. В этом случае его можно отличить от плагиоклаза по осности и отсутствию спайности. От калиевых полевых шпатов кварц отличается более высоким показателем преломления и осностью. Кварц можно спутать с нефелином, от которого он отличается оптическим знаком и отсутствием вторичных изменений. С кварцем в шлифах сходен также свежий кордиерит, но последний нередко имеет двойниковое строение и двуосен.

Нефелин $\text{Na}_3\text{K}(\text{AlSiO}_4)_4$

Гексагональная сингония. Идиоморфные зерна нефелина имеют форму гексагональных призм и дают срезы прямоугольной или правильной шестиугольной формы. Во многих случаях образует зерна неправильной формы.

Без анализатора прозрачный, бесцветный (измененный – сероватый, мутный). Спайность плохо выражена и может не наблюдаться.

Показатель преломления близок к показателю преломления канадского бальзама ($n_o = 1.532 - 1.547$, $n_e = 1.529 - 1.542$). Рельеф и шагреневая поверхность отсутствуют.

Двупреломление $0.003 - 0.005$. Интерференционная окраска серая I порядка. Иногда почти изотропный.

Одноосный, отрицательный. Для определения осности нефелина следует выбирать совершенно изотропные сечения, так как вследствие низкого двупреломления он дает расплывчатую коноскопическую фигуру (это является одним из отличий нефелина от кварца, у которого даже в недостаточно изотропных сечениях получается отчетливая коноскопическая фигура).

Нефелин легче других минералов магматических пород подвергается вторичным изменениям – замещению канкринитом, цеолитами, серицитом (показатель преломления канкринита и цеолитов ниже, чем у канадского бальзама и у нефелина; канкринит в скрещенных николях по ярким цветам интерференции напоминает мусковит, от которого отличается низким показателем преломления, отрицательным знаком удлинения и одноосностью; цеолитам свойственно низкое двупреломление и розовый дисперсионный эффект).

Нефелин обладает сходством с кварцем и калиевым полевым шпатом. От кварца нефелин отличается меньшим двупреломлением, оптическим знаком, а также по присутствию продуктов изменения и иногда – слабо проявленной спайности. Показатель преломления нефелина не может служить достаточным критерием для отличия его от кварца, так как он изменчив и по величине иногда больше, чем у канадского бальзама. Совместно с кварцем нефелин не встречается. Калиевые полевые шпаты, в отличие от нефелина, имеют отчетливо отрицательный рельеф, совершенную спайность и оптически двуосны (кроме санидина).

Калиевые полевые шпаты

Калиевые полевые шпаты - санидин, ортоклаз, микроклин - имеют общий состав $K(AlSi_3O_8)$. Санидин и ортоклаз моноклинные, микроклин триклинный. Они являются тремя структурными разновидностями одного минерального вида «калиевый полевой шпат».

В шлифах эти минералы представлены идиоморфными таблитчатыми зернами (в эффузивных породах), либо зернами изометрической или неправильной формы (в ряде интрузивных и метаморфических пород).

Неизмененные калиевые полевые шпаты обычно бесцветны. Они обладают совершенной спайностью по двум направлениям - в моноклинных кристаллах угол между плоскостями спайности 90° , а в триклинных - незначительно отличается от 90° . В шлифах в зернах калиевого полевого шпата часто видно лишь одно направление спайности.

Характерны низкие показатели преломления - ниже, чем у канадского бальзама, и ниже, чем у любого плагиоклаза, в том числе альбита. Это важнейший диагностический признак калиевых полевых шпатов, отличающий

их от кварца и плагиоклазов. В связи с этим присутствие калиевого полевого шпата в шлифе можно устанавливать при выключенном анализаторе по дисперсионному эффекту (см. раздел 1.3). Особенно полезно использовать дисперсионный эффект, когда калиевый полевой шпат образует мелкие зерна, которые можно спутать с зернами несдвойникового кислого плагиоклаза и кварца.

Интерференционная окраска калиевых полевых шпатов низкая (темно-серая, серая) – двупреломление редко превышает 0.007, а у санидина может иногда опускаться до 0.003.

Измененные (пелитизированные) калиевые полевые шпаты без анализатора выглядят буроватыми (в отличие от сероватых соссюритизированных плагиоклазов).

Санидин – наименее упорядоченная разновидность калиевых полевых шпатов. Кристаллизуется при температуре более 800 °С и сохраняется при условии быстрого охлаждения минерала (в эффузивных породах).

В шлифах санидин свежий, типичны водяно-прозрачные кристаллы с прямым угасанием относительно (010), простыми двойниками и очень малой, в отличие от остальных полевых шпатов, величиной угла $2V$ (0 - 40 °), в силу чего в сходящемся свете санидин дает коноскопическую фигуру одноосного кристалла.

Ортоклаз – калиевый полевой шпат с промежуточной степенью упорядоченности между санидином и микроклином. В шлифах отличается от санидина большим углом $2V$ (40 - 80 °) и нередкой пелитизацией.

Микроклин – наиболее упорядоченный калиевый полевой шпат. Образуется при температуре ниже 600 - 650 °С в условиях медленного охлаждения или является продуктом преобразования ортоклаза и санидина, возникших при более высокой температуре.

Микроклин узнается по максимальному углу $2V$ (80 - 85 °), косому угасанию относительно (010) и частому присутствию характерных полисинтетических двойников решетчатого облика, в которых сочетаются альбитовый и периклиновый законы двойникования (микроклиновая решетка). Двойниковая решетка микроклина отличается от перекрещивающихся полисинтетических двойников плагиоклаза узловатым строением и нерезкими границами полосок. Решетчатые двойники видны в плоскости (100). В других разрезах наблюдаются полосы одного направления, которые отличаются от прямых и параллельных двойников плагиоклаза расплывчатыми контурами.

В некоторых случаях в отдельных участках зерен решетчатая структура микроклина может становиться все более тонкой, вплоть до ее полного видимого исчезновения; в таких участках микроклин под микроскопом неотличим от ортоклаза. Поэтому при микроскопической диагностике калиевых полевых шпатов следует выделять санидин (с малым углом $2V$), микроклин (с решетчатой структурой) и нерешетчатый калиевый полевой шпат, который может быть как ортоклазом, так и микроклином.

Для точной диагностики калиевых полевых шпатов используют столик Федорова и рентгеноструктурный анализ.

Из-за большой разницы в размерах ионов калия (1,33 Å) и натрия (0,98 Å) изоморфизм между ними в калиевых полевых шпатах осуществляется только при высоких температурах и при быстрой кристаллизации. При последующем медленном понижении температуры первоначально гомогенная кристаллическая фаза распадается на калиевую и натриевую: в калиевом полево шпате образуются тонкие закономерно ориентированные вроски альбита - *пертиты*; вроски калиевого полевого шпата в плагиоклазе - *антипертиты*.

Наряду с пертитами, образующимися при распаде высокотемпературного твердого раствора калишпат - альбитового состава (пертиты распада) встречаются также пертиты замещения, которые образуются в результате замещения калиевого полевого шпата альбитом при постмагматической альбитизации.

Закономерные прорастания калиевого полевого шпата и кварца графической структуры называются *микронефматитовыми*.

По отношению к серицитизации калиевые полевые шпаты обычно более устойчивы, чем плагиоклазы. Поэтому в одной и той же породе серицитизированные плагиоклазы могут соседствовать с совершенно свежими несерицитизированными зернами калиевого полевого шпата.

Калиевый полевой шпат можно спутать в шлифах с кварцем, нефелином и плагиоклазом.

Кварц не имеет спайности и практически не замещается вторичными минералами, а потому не имеет мутноватого облика. В случае же водяно-прозрачных разновидностей калиевого полевого шпата (санидина и адуляра), главным отличием является показатель преломления, который у кварца во всех сечениях больше, а у калиевых полевых шпатов меньше, чем у канадского бальзама. Кварц одноосный и положительный, а из всех полевых шпатов одноосным может быть только санидин; при этом его оптический знак отрицательный. При одинаковой толщине шлифа интерференционная окраска кварца (светло-серая, белая) чаще всего выше, чем у калиевых полевых шпатов (серая).

Нефелин одноосен, чем сходен с санидином. Но показатель преломления нефелина в зависимости от сечения может быть то выше, то ниже, чем у канадского бальзама. Идиоморфные зерна нефелина часто дают сечения прямоугольной или квадратной формы с прямым угасанием, в то время как для калиевого полевого шпата характерно косое угасание.

Микроклин при наличии микроклиновой решетки может быть по ней отличим от других минералов, в том числе от плагиоклазов. У плагиоклазов границы двойников прямые, тогда как у микроклина двойники веретеновидные с расплывчатыми границами. Несдвойникованные плагиоклазы и калиевые

полевые шпаты между собой отличаются с трудом - по характеру вторичных изменений (пелитизация калиевых полевых шпатов и серицитизация, соссюритизация плагиоклазов) и по показателю преломления.

У плагиоклазов, более основных, чем олигоклаз, показатель преломления всегда выше канадского бальзама, и лишь у кислых плагиоклазов он может быть ниже канадского бальзама. У калиевых полевых шпатов показатель преломления еще ниже, чем у кислых плагиоклазов. В мелкозернистых агрегатах для отличия калиевого полевого шпата от плагиоклазов может быть использован упоминавшийся выше дисперсионный эффект.

Плагиоклазы

Плагиоклазы (триклинная сингония) представляют собой изоморфные смеси альбита $\text{Na}(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$ и анортита $\text{Ca}(\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8)$; процентное содержание анортита в плагиоклазе называется номером плагиоклаза.

Номер плагиоклаза

0 - 10	альбит	кислый плагиоклаз
10 - 30	олигоклаз	"
30 - 50	андезин	средний плагиоклаз
50 - 70	лабрадор	основной плагиоклаз
70 - 90	битовнит	"
90 - 100	анортит	"

Форма кристаллов плагиоклазов чаще всего таблитчатая. Как и калиевые полевые шпаты, плагиоклазы в шлифах бесцветны – водяно-прозрачны, или же содержат скопления мельчайших включений, придающие им мутноватый характер. Спайность по двум направлениям под углом около 87° .

Показатели преломления плагиоклазов: $n_g = 1.538 - 1.590$, $n_p = 1.527 - 1.572$. Значения показателей преломления возрастают с увеличением номера плагиоклаза: у альбита показатель преломления несколько ниже, чем у канадского бальзама, у олигоклаза примерно равен, а у средних и тем более основных плагиоклазов он выше, чем у канадского бальзама (в связи с этим у основных плагиоклазов появляется шагреневая поверхность).

Двупреломление $0.007 - 0.013$ (минимальное – у олигоклаза), так что при включенном анализаторе при нормальной толщине шлифа наблюдается интерференционная окраска, подобная интерференционной окраске кварца (серовато-белая, белая, реже желтоватая I порядка), и лишь у плагиоклазов, близких по составу к анортиту, она может быть желтой I порядка.

Оптически двуосные, с большим углом $2V (\pm 70 - 90^\circ)$.

Очень характерно наличие полисинтетических двойников, особенно по альбитовому (имеют отрицательное удлинение) и периклиновому (имеют положительное удлинение) законам. У основных плагиоклазов обычны редкие широкие двойниковые полосы, у кислых – более многочисленные тонкие двойниковые полосы. Двойники, особенно по альбитовому закону, настолько

характерны для плагиоклазов, что позволяют отличать по ним плагиоклазы от других минералов.

Периклиновые и альбитовые двойники могут одновременно присутствовать в одном и том же зерне плагиоклаза. В этом случае наблюдается решетчатая структура, напоминающая такую же структуру микроклина, но отличающаяся тем, что двойниковые полосы всегда ограничены прямыми линиями, а не имеют веретеновидный облик с раздувами и пережимами, как у микроклина.

Зернам плагиоклазов свойственна зональность, наиболее хорошо развитая в вулканических породах, но практически всегда присутствующая и в плутонических породах. От центра к краям зерен плагиоклаза в большинстве случаев наблюдается повышение содержания альбитового компонента (прямая зональность). Реже встречается обратная зональность, характеризующаяся снижением содержания альбитового компонента к краям зерен. Иногда наблюдается ритмическая зональность с более сложным изменением состава от центра к краям зерен плагиоклаза.

Мирмекиты – червеобразные и каплевидные (в зависимости от разреза) вросстки кварца в плагиоклазе на стыке его с калиевым полевым шпатом.

Вторичные изменения плагиоклазов: по кислым плагиоклазам развивается серицит, по основным – соссюрит (тонкозернистая смесь альбита, кальцита и минералов группы эпидота), пренит (сходен с серицитом, в отличие от которого имеет более высокий показатель преломления и отрицательное удлинение в разрезах со спайностью). Поэтому кислые и основные плагиоклазы можно в первом приближении различать по характеру вторичных изменений.

Серицитизированные плагиоклазы в шлифе при наблюдении без анализатора бесцветны, а соссюритизированные – из-за высокого рельефа минералов группы эпидота – серые, реже буроватые (при очень тонкозернистой соссюритизации). В скрещенных николях соссюрит имеет серую интерференционную окраску; высокие цвета интерференции имеют лишь отдельные достаточно крупные зерна эпидота.

Основные плагиоклазы легче подвергаются вторичным изменениям, чем кислые. Поэтому в зернах плагиоклаза, обладающих прямой зональностью, при почти полном разложении центральных частей зерен (имеющих более основной состав) наружные зоны роста (имеющие более кислый состав) могут быть чистыми, почти не затронутыми вторичными изменениями.

Плагиоклазы в шлифах можно спутать с калиевыми полевыми шпатами, кварцем, нефелином.

От калиевых полевых шпатов средние и основные плагиоклазы отличаются отчетливо положительным рельефом (калиевые полевые шпаты имеют отрицательный рельеф). Несдвойникованные кислые плагиоклазы отличаются от калиевых полевых шпатов вторичными изменениями: калиевые полевые шпаты подвергаются пелитизации, а плагиоклазы – серицитизации и

соссюритизации. Плагиноклаз с одновременно присутствующими альбитовыми и периклиновыми двойниками можно спутать с микроклином, имеющим микроклиновую решетку. Но двойники плагиноклазов имеют четкие и прямые границы, в то время как микроклиновая решетка имеет многочисленные раздувы и пережимы.

При отсутствии двойников плагиноклазы отличаются от кварца наличием спайности и вторичных изменений, а также тем, что кварц является одноосным положительным минералом, в то время как плагиноклазы двуосны.

От нефелина плагиноклазы отличаются частым присутствием двойников и более высоким двупреломлением; кроме того, нефелин, в отличие от плагиноклазов – одноосный отрицательный минерал.

Определение состава плагиноклаза

Полная и надежная диагностика плагиноклазов, включающая в себя определение их состава, степени упорядоченности и закона двойникования, под микроскопом может быть проведена с использованием специальных федоровского и иммерсионного методов. Более точное определение состава плагиноклазов (с учетом зональности кристаллов) производится с помощью электронного микрозонда. Однако достаточно надежные оценки состава плагиноклаза можно получить с помощью поляризационного микроскопа и без использования специальных методик. Рассмотрим один из методов определения состава плагиноклазов, основанный на данных по ориентировке оптической индикатрисы в кристаллах плагиноклаза разного состава.

Метод Мишель-Леви (метод максимального симметричного угасания)

Для определения номера плагиноклаза используются зерна с хорошо выраженными двойниками по альбитовому закону (эти двойники имеют отрицательное удлинение).

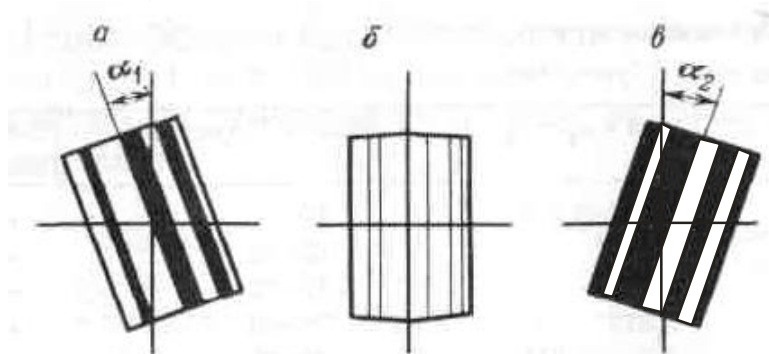


Рис. 21. Зерно плагиноклаза с симметричным угасанием альбитовых двойников:

- $a, в$ – моменты угасания первой (a) и второй ($в$) систем двойников;
- $б$ – при совпадении двойникового шва с вертикальной нитью окуляра (двойниковые полосы имеют одинаковую интерференционную окраску)

При выборе зерен для замеров необходимо следовать следующим критериям:

1) граница между двойниковыми полосками должна быть четкая и резкая, при поднятии и опускании тубуса микроскопа она не должна смещаться в сторону;

2) в положении, когда двойниковый шов параллелен вертикальной нити окуляра, двойники по обе стороны от нее должны иметь одинаковую интерференционную окраску, то есть в этом положении двойниковое строение становится неразличимым (рис. 21, б)

Кроме того, следует стараться выбирать такие разрезы, которые при совмещении двойникового шва с вертикальной нитью окуляра являются более светлыми (углы угасания двойников в таких разрезах больше).

Найдя нужное зерно, измеряем угол угасания сначала для одной системы двойниковых полосок (поворотом столика в одну сторону – α_1 на рис. 21, а), а затем - для второй системы двойниковых полосок (поворотом столика в другую сторону – α_2 на рис. 21, в). Разница между углами угасания обеих систем двойников не должна превышать 3 - 4 ° («симметричное угасание»). Из двух полученных значений определяют средний угол симметричного угасания.

Измерение угла симметричного угасания производят у трех - пяти зерен и из полученных замеров берут максимальное значение, по которому определяют номер плагиоклаза, используя диаграмму, приведенную на рис. 22. На диаграмме по горизонтальной оси указаны номера плагиоклазов, а по вертикальной – углы угасания (если показатель преломления плагиоклаза выше, чем у канадского бальзама, угол угасания берется со знаком плюс, а если меньше или равен показателю преломления канадского бальзама – со знаком минус).

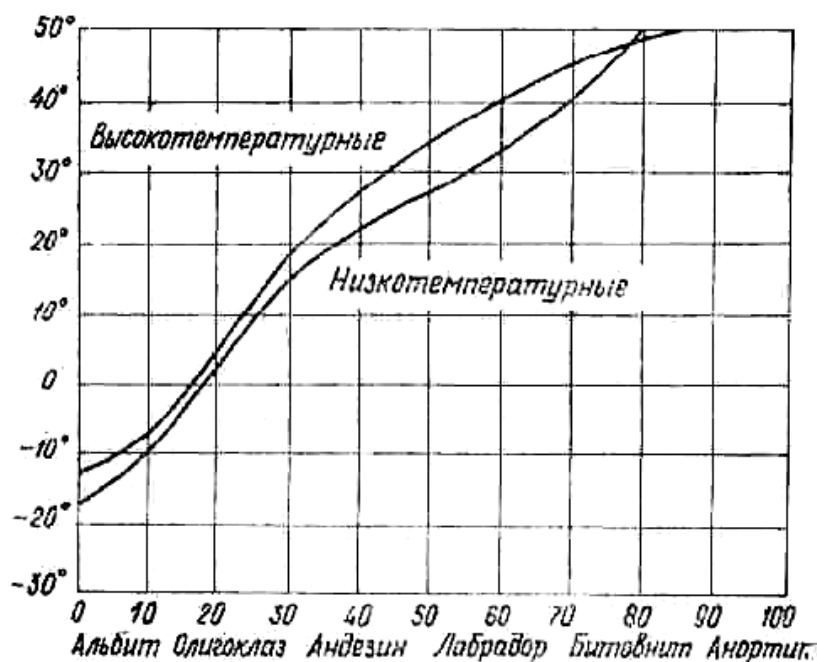


Рис. 22. Диаграмма для определения состава плагиоклазов методом Мишель-Леви (методом максимального симметричного угасания)

Нижняя кривая на диаграмме отображает изменение состава низкотемпературных плагиоклазов - по ней определяют плагиоклазы интрузивных и метаморфических пород. Верхняя кривая отображает состав высокотемпературных плагиоклазов - по ней определяют плагиоклазы кайнотипных эффузивных пород.

Биотит

$K(Mg,Fe)_3(AlSi_3O_{10})(OH)_2$. Моноклинная сингония. Относится к магнезиально - железистым триоктаэдрическим слюдам, образующим ряды флогопит – аннит и истонит – сидерофиллит. Межвидовым названием «биотит» обозначают изоморфные смеси упомянутых минералов.

В шлифах биотит бурый, зеленовато-бурый, красно-бурый (красно-бурый оттенок окраски вызывает повышенное содержание TiO_2 , зеленый - высокое содержание окисного железа).

Образует чешуйки с весьма совершенной спайностью в одном направлении. Характерно полное отсутствие каких-либо пересекающих спайность поперечных трещин, как это обычно бывает у амфиболов и пироксенов.

В разрезах со спайностью наблюдается резкая шагреневая поверхность и относительно высокий рельеф ($n_g = 1.610 - 1.697$, $n_p = 1.571 - 1.616$). Показатели преломления и двупреломление биотита возрастают с увеличением содержания в нем железа. Характерен резкий плеохроизм с прямой схемой абсорбции ($N_g \approx N_m > N_p$), причем по N_g и N_m цвет густой бурый или зеленый, а по N_p цвет слабый, иногда почти бесцветный. В разрезах, параллельных спайности, шагреневая поверхность, рельеф и плеохроизм выражены слабее. Нередко в биотите встречаются включения циркона, монацита и других минералов, окруженные плеохроичными «двориками» с более густой, иногда почти черной, окраской.

Двупреломление 0.039 - 0.081. Интерференционная окраска биотита часто затушевывается густой собственной окраской, поэтому разрез с наивысшей интерференционной окраской, необходимый для определения двупреломления, часто отыскивается с трудом. Угасание относительно спайности прямое, удлинение положительное.

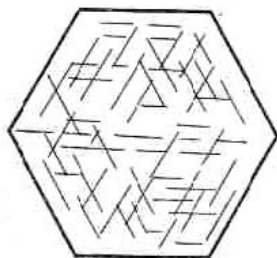


Рис. 23. Сагениит – тонкие иголки рутила, образующие сетку в хлорите, заместившем биотит

Двуосный, отрицательный. Угол $2V$ часто приближается к 0° , из-за чего коноскопическая фигура в сходящемся свете близка к кресту.

В эффузивных породах вкрапленники биотита нередко окружены непрозрачной опацитовой каймой, образующейся за счет превращения биотита в магнетит.

При вторичных изменениях биотит замещается хлоритом и мусковитом. Переход биотита в хлорит сопровождается осветлением биотита, появлением зеленой окраски и уменьшением двупреломления. Часто на месте биотита вместе с хлоритом

образуются линзовидные скопления эпидота и титанита по трещинам спайности, а также тонкие иголки рутила. Последние, пересекаясь под углом 60° , иногда образуют в хлорите, замещающем биотит, сетку, называемую сагенитовой (рис. 23).

От хлорита биотит отличается резким плеохроизмом, более высоким двупреломлением и отсутствием аномальных цветов интерференции. От турмалина сходной окраски биотит отличается наличием спайности, двуосностью, положительным удлинением. От амфиболов биотит в разрезах со спайностью отличается прямым угасанием, резким плеохроизмом и более высоким двупреломлением. В разрезах, где спайность не видна, биотит отличается от амфиболов более низкими показателями преломления и небольшим углом $2V$.

Мусковит

$\text{KAl}_2(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH})_2$. Моноклинная сингония. Относится к диоктаэдрическим слюдам.

В шлифах бесцветный или слабо желтоватый, буроватый, зеленоватый. Образует чешуйки с весьма совершенной спайностью в одном направлении. В разрезах со спайностью наблюдается псевдоабсорбция ($n_g = 1.588 - 1.624$, $n_p = 1.552 - 1.570$).

Двупреломление $0.036 - 0.054$. В разрезах со спайностью обладает чистыми и яркими цветами интерференции II и начала III порядков. В разрезах, параллельных спайности, мусковит имеет низкую интерференционную окраску – серовато-белую или желтоватую I порядка, как у кварца. От кварца в этих разрезах мусковит отличается более высоким показателем преломления и двуосной отрицательной коноскопической фигурой.

Мелкочешуйчатая разновидность мусковита (*серицит*) в случае, если чешуйки тоньше толщины шлифа, обладает более низкими цветами интерференции, чем мусковит.

Угасание относительно спайности прямое, удлинение положительное. Угол $2V = 35 - 50^\circ$.

Мусковит можно спутать с тальком, пренитом, канкринитом и другими бесцветными минералами, обладающими отчетливой спайностью и высокими цветами интерференции. От талька мусковит отличается по минеральным ассоциациям и углу $2V$ (у талька $2V$ не превышает 30°). Канкринит имеет показатели преломления ниже канадского бальзама.

Мусковит встречается в гранитах, аплитах, пегматитах, а также во многих метаморфических породах. При высоких давлениях он может кристаллизоваться из гранитной магмы, но чаще образуется в результате метасоматического замещения биотита и полевых шпатов. Серицит – самый распространенный продукт постмагматического изменения плагиоклазов.

Амфиболы

Амфиболы – одна из наиболее распространенных групп минералов в земной коре. Они кристаллизуются в широком диапазоне температур и давлений, встречаются в магматических и метаморфических породах.

Моноклинные кальциевые амфиболы - тремолит $\square\text{Ca}_2\text{Mg}_5(\text{Si}_8\text{O}_{22})(\text{OH})_2$ - ферроактинолит $\square\text{Ca}_2\text{Fe}_5(\text{Si}_8\text{O}_{22})(\text{OH})_2$. Из их формул можно вывести формулы минералов, которые раньше обозначались как *роговые обманки* (в них кремний и другие катионы частично замещены алюминием с одновременным вхождением одновалентных и других катионов). Роговыми обманками объединенно называют амфиболы магматических пород до точного определения их состава. Встречающиеся в базальтах роговые обманки с высоким отношением $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$ называют базальтическими роговыми обманками.

Кристаллам амфиболов свойственна вытянутая призматическая, до игольчатой, форма, отчетливый положительный рельеф и ясная шагреневая поверхность. Все наиболее распространенные амфиболы, кроме тремолита, который почти бесцветен, окрашены в зеленые, бурые, реже синие цвета и обладают плеохроизмом.

Самый надежный признак при микроскопической диагностике амфиболов - наличие спайности под углом 124° , которая обнаруживается в поперечных разрезах. В продольных разрезах видна система параллельных трещин спайности и секущие их косые неправильные трещинки.

Во всех разрезах моноклинных амфиболов, кроме перпендикулярных (010), наблюдается косое угасание, причем углы угасания cN_g не превышают 30° . Иногда встречаются простые и полисинтетические двойники по (100).

Двупреломление амфиболов колеблется в широких пределах. Наибольшего значения оно достигает у базальтической роговой обманки, минимального - у щелочных амфиболов.

Угол $2V$ амфиболов большой и почти всегда отрицательный.

Обыкновенная роговая обманка. Окрашена в зеленые и бурые цвета, плеохроирует с изменением лишь густоты, но не оттенка окраски (в отличие от эгирина, обычно плеохроирующего от бурого до зеленого, а также от щелочных амфиболов). Следует помнить, что наиболее резко плеохроизм проявляется в разрезах с наивысшей интерференционной окраской, в которых располагаются оси N_g и N_p . Для определения окраски по N_m можно использовать изотропные сечения или разрезы со спайностью по двум направлениям, где ось N_m проходит вдоль длинной диагонали ромба, образуемого трещинами спайности.

Двупреломление 0.014 - 0.026. Углы угасания (cN_g) $14 - 25^\circ$. Удлинение положительное.

Базальтическая роговая обманка. Образует порфировые вкрапленники в вулканических породах. Характерен резкий плеохроизм от соломенно-желтого до красно-бурого цвета, чем похожа на биотит. Базальтическая роговая обманка

сходна с биотитом также тем, что имеет углы угасания, близкие к прямому ($0 - 15^\circ$), и высокое двупреломление (цвета интерференции III порядка). Наилучшее отличие от биотита – наличие поперечных разрезов с призматической спайностью. В сходящемся свете базальтическая роговая обманка, в отличие от биотита, дает двусную фигуру с большим углом $2V$.

Как и биотит, базальтическая роговая обманка может быть подвержена опацизации, которая проявляется в ее замещении агрегатом мельчайших зерен черного железорудного минерала и пироксена. При частичной опацизации черный минерал развивается в краевых частях кристаллов. Когда кристаллы опацизированы целиком, о роговой обманке можно судить по характерной форме кристаллов, особенно по ромбовидным поперечным сечениям. Наличие опацизированных амфиболов свойственно эффузивным и гипабиссальным магматическим породам.

Тремолит. Образует радиально-лучистые и волокнистые агрегаты сильно вытянутых кристаллов. Бесцветен, в сочетании с довольно высоким двупреломлением, косым угасанием и положительным удлинением. В магматических породах встречается как продукт изменения магнезиальных силикатов (оливина, пироксена).

Актинолит. Окрашен в светлые зеленоватые тона и обнаруживает слабый плеохроизм (от светло-синевато-зеленого или светло-зеленого по N_g до бледно-желтого или светло-желто-зеленого по N_p). Углы угасания (cN_g) $11 - 17^\circ$. Двупреломление 0.020. В магматических породах встречается как вторичный минерал.

Щелочные амфиболы. Отличаются от остальных амфиболов специфическими сине-черными, фиолетовыми и сиреневыми цветами плеохроизма, обратной схемой абсорбции и отрицательным удлинением (кроме встречающегося в метаморфических породах глаукофана, имеющего положительное удлинение и прямую схему абсорбции). Углы угасания $2 - 20^\circ$, двупреломление ниже 0.012 (интерференционная окраска обычно затемняется густой собственной окраской минерала).

Характерна дисперсия оптических осей, проявляющаяся в отсутствии полного угасания – вместо полного угасания получается тусклая синеватая окраска, сменяющаяся при вращении столика микроскопа на красноватую окраску.

Арфведсонит характеризуется резким плеохроизмом с голубовато-зеленой или сине-зеленой окраской по N_p (обратная схема абсорбции), низким двупреломлением и отрицательным удлинением.

Рибекит окрашен в более яркие тона. Плеохроизм очень резкий – от густо-синего, почти черного, по N_p , до светлого желтоватого по N_g (обратная схема абсорбции). Двупреломление очень низкое, угол угасания мал ($1 - 8^\circ$), удлинение отрицательное.

Пироксены

Пироксены – одни из наиболее распространенных мафических силикатов многих высокотемпературных пород магматического и метаморфического происхождения.

Магнезиально-железистые пироксены кристаллизуются в ромбической (энстатит $\text{Mg}_2(\text{Si}_2\text{O}_6)$ и ферросилит $\text{Fe}_2(\text{Si}_2\text{O}_6)$) и моноклинной (клиноэнстатит и клиноферросилит) сингониях. Раньше промежуточные составы ряда энстатит – ферросилит имели свои названия (бронзит, гиперстен, феррогиперстен), которые сейчас упразднены.

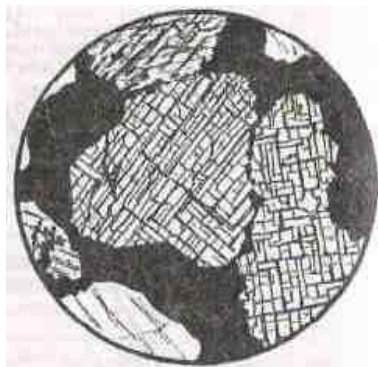


Рис. 24. Спайность диопсида в сечении, перпендикулярном оси c

Кальциевые пироксены. Диопсид $\text{CaMg}(\text{Si}_2\text{O}_6)$ – геденбергит $\text{CaFe}(\text{Si}_2\text{O}_6)$.

Натриевые пироксены. Эгирин $\text{NaFe}(\text{Si}_2\text{O}_6)$, жадеит $\text{NaAl}(\text{Si}_2\text{O}_6)$.

По преобладающим миналам пироксенам дают составные названия типа диопсид-геденбергит, геденбергит-эгирин и т. п.

Авгит – это диопсид, или диопсид-геденбергит, или диопсид-эгирин несколько усложненного состава, имеющий характерные аномальные цвета интерференции.

Омфацит – диопсид-геденбергит, обогащенный жадеитовым и эгириновым миналом. Типичен для эклогитов.

В ультраосновных и основных магматических породах пироксены представлены энстатитом (и его более железистыми разновидностями, называемыми ранее гиперстеном и бронзитом) и диопсид-геденбергитом (в нем всегда есть примесь натриевого и алюминиевого миналов).

В средних и кислых интрузивных породах встречается диопсид (с изоморфной примесью геденбергита и эгирина), в щелочных породах – эгирин-диопсид, диопсид-геденбергит-эгирин (его называют эгирин-авгитом), эгирин.

В горных породах типа диабазов или базальтов пироксены чаще всего представлены диопсид-геденбергитом, но всегда с примесью натрия, алюминия, титана.

Все пироксены имеют ряд общих признаков, позволяющих уверенно отличать их под микроскопом от других минералов. Это прежде всего два направления совершенной спайности, пересекающихся под углом $87 - 89^\circ$ (рис. 24), и высокие (1.65 – 1.80) показатели преломления (определяют высокий рельеф и резкую шагреневую поверхность пироксенов).

Для кальциевых и магниевых пироксенов (диопсид, энстатит) характерны зернистые агрегаты короткопризматических кристаллов, железистые

пироксены (эгирин, геденбергит) образуют шестоватые и игольчатые кристаллы, радиально - лучистые агрегаты. В шлифах пироксены преимущественно бесцветны или окрашены в слабые зеленоватые цвета и не плеохроируют (кроме гиперстена и эгирина).

При вторичных изменениях пироксены замещаются амфиболами, слюдами, хлоритом, иногда серпентином и тальком (особенно энстатит).

Ортопироксены

Отличаются от клинопироксенов прямым угасанием (в связи с этим название «ортопироксены») и более низким двупреломлением. Следует, однако, иметь ввиду, что в сечениях, ориентированных не перпендикулярно плоскостям спайности, или поперечных двум плоскостям спайности, угасание будет косым. Для определения угла угасания нужно использовать удлиненные сечения с наиболее четкими следами спайности. Иногда cN_g достигает 10° - из-за присутствия ориентированных вдоль плоскостей спайности субмикроскопических вростков клинопироксена (эти вростки иногда бывают и крупными, различимыми в скрещенных николях).

Энстатит бесцветен, $cN_g = 0^\circ$, двупреломление 0.009. Оптически положителен.

Гиперстен плеохроирует от бледно-розового до бледно-зеленого (очень слабо). Угол угасания $cN_g = 0 - 10^\circ$, двупреломление до 0.013. Оптически отрицателен (как и бронзит). Смена оптического знака в ряду энстатит – ферросилит соответствует составу En_{88} .

В эффузивных породах вокруг вкрапленников ортопироксенов может быть опацитовая кайма.

При вторичных изменениях ортопироксены могут замещаться ромбическими амфиболами. В низкотемпературных условиях по ортопироксену образуются тонкозернистые псевдоморфозы ориентированного талька с магнетитом. Типично также замещение ортопироксенов, особенно энстатита, серпентином. В отличие от петельчатых псевдоморфоз серпентина по оливину, серпентин по ортопироксену ориентирован, образуя так называемый *бастит* – пластинчатые псевдоморфозы антигорита.

Клинопироксены

Отличаются от ортопироксенов косым угасанием (поэтому и называются «клинопироксены») и более высоким двупреломлением. Угол угасания определяется в разрезах с наивысшей интерференционной окраской.

Иногда встречается похожая на совершенную спайность «диаллаговая» отдельность. Угол между этой отдельностью и спайностью около 54° , напоминая сечение амфиболов.

Клинопироксены могут содержать вростки ромбического пироксена; при вторичных изменениях замещаются уралитом (волокнистым зеленым амфиболом), хлоритом, эпидотом, карбонатами.

Диопсид - *геденбергит* – бесцветный или слабозеленоватый, без плеохроизма. $cN_g = 38 - 48^\circ$, двупреломление 0.030 - 0.018.

Авгит – слегка буроватый, иногда слабо плеохроирует (имеет розовато-буроватую окраску по N_g - в отличие от гиперстена, у которого такая окраска по N_p). Присутствие титана придает авгиту фиолетовый оттенок окраски. $cN_g = 40 - 54^\circ$, то есть при cN_g менее 48° авгит по углу угасания не отличается от пироксенов ряда диопсид-геденбергит.

Для авгита характерна дисперсия осей эллипсоида, проявляющаяся в неполном угасании (у пироксенов ряда диопсид-геденбергит дисперсия незначительна и они имеют четкое угасание).

В эффузивных породах вкрапленники авгита нередко имеют зональную окраску и обусловленное сильной дисперсией оптических осей зональное и секториальное угасание (фигура песочных часов). Двупреломление ниже 0.025.

Диопсид и авгит обладают близкими оптическими свойствами. Увеличение угла угасания в авгите, а также некоторая разница в двупреломлении (у диопсида оно несколько выше) далеко не всегда могут быть однозначно установлены из-за неточной ориентировки разрезов. Поэтому отличить авгит от диопсида под микроскопом удастся далеко не всегда. Для точной диагностики пироксенов необходимо использовать микрозонд.

Эгирин-авгиту свойственен сильный плеохроизм, $cN_g = 54 - 85^\circ$; наблюдаются все переходы от эгирин-авгита к эгирину.

Эгирин – характерны длиннопризматический облик и густая окраска с обратной схемой абсорбции – зеленая по N_p и более светлая зеленовато-желтая по N_g . Отрицательное удлинение, cN_p до 8° , двупреломление 0.037 - 0.059. При определении двупреломления следует иметь ввиду, что интерференционная окраска эгирина затушевывается его густой собственной окраской.

Таким образом, для эгирина в шлифах характерны интенсивная зеленая окраска, очень высокий рельеф и шагреневая поверхность, высокая интерференционная окраска II и III порядка, близкое к прямому угасание и отрицательное удлинение. От сходных по окраске амфиболов эгирин отличается обратной схемой абсорбции, малым углом угасания, отрицательным удлинением, высокой интерференционной окраской и углом между трещинами спайности.

Оливин

Оливин представляет собой непрерывный ряд изоморфных смесей от форстерита $Mg_2(SiO_4)$ до фаялита $Fe_2(SiO_4)$. Ромбическая сингония.

В шлифах бесцветный. В интрузивных породах форма зерен неправильная, изометричная. В эффузивных породах порфиновые вкрапленники оливина могут иметь форму несколько вытянутых шестиугольников, иногда с отчетливой спайностью, в то время как в оливине из интрузивных пород спайность отсутствует или отмечается лишь в редких зернах.

Имеет самый высокий показатель преломления из всех мафических минералов ($n_g = 1.669 - 1.975$, $n_p = 1.636 - 1.827$), вследствие чего обладает резким положительным рельефом и четко выраженной шагреновой поверхностью.

Высокое двупреломление (форстерит 0.033, фаялит 0.052), вследствие чего имеет высокую интерференционную окраску. В зернах со спайностью угасание прямое.

Угол $2V$ форстерита $+85^\circ$, фаялита -48° . Смена оптического знака в ряду форстерит – фаялит соответствует For_{88} . У большинства природных оливинов магматических пород, которые содержат от 10 до 30 % $Fe_2(SiO_4)$, оптический знак нередко определить не удастся: изогира коноскопической фигуры в разрезе, перпендикулярном оптической оси, обычно прямая, то есть не имеет различимой кривизны, необходимой для определения оптического знака.

Свежим оливин бывает редко, даже в кайнотипных эффузивных породах он по трещинам и по периферии зерен окрашен в бурый цвет гидроксидами железа. При вторичных изменениях наиболее характерными продуктами замещения оливина является серпентин и иддингсит (биотитоподобная смесь смектита, хлорита, серпентина и гетита). Серпентин развивается преимущественно по магнезиальному оливину, иддингсит – по железистому. Иногда отмечается замещение тальком, карбонатом, хлоритом. Вокруг зерен оливина могут наблюдаться реакционные оболочки, сложенные пироксеном и амфиболом.

Оливин в шлифах нередко имеет значительное сходство с минералами из группы пироксенов. Оливин отличается от пироксенов следующими особенностями.

1. При выключенном анализаторе оливин магматических пород всегда бесцветен, а пироксены нередко имеют буроватый или зеленоватый оттенок; этот оттенок слабый и может отсутствовать, но если он замечен, определяемый минерал не может быть оливином.

2. Пироксены обладают совершенной спайностью; оливин же имеет несовершенную спайность и во многих случаях она в шлифах не обнаруживается.

3. Коноскопическая фигура оливина в разрезах, перпендикулярных оптической оси, характеризуется тем, что изогира приближается к прямой, так как для большинства оливинов угол $2V$ близок к 90° . Моноклинные пироксены имеют угол $2V$ около 60° и отчетливо изогнутую изогирю.

4. Наиболее обычные продукты изменения оливина – серпентин и иддингсит. Серпентин образуется и по ромбическим пироксенам, но в соответствии с формой первичных зерен псевдоморфозы серпентина по оливину имеют в шлифах изометричную форму, а по пироксену – прямоугольную. Вторичными минералами, замещающими моноклинные пироксены, являются актинолит и хлорит.

Акцессорные минералы

Нерудные акцессорные минералы в шлифах выделяются своей преимущественно правильной формой зерен и высоким рельефом. Они обычно устойчивы и не подвержены вторичным изменениям.

Апатит $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)(\text{F}, \text{Cl})$, гексагональная сингония. Образует столбчатые и таблитчатые кристаллы с прямоугольными и гексагональными сечениями. Бесцветный, без спайности, с высоким рельефом и ясной шагреневой поверхностью ($n_o = 1.633 - 1.667$, $n_e = 1.630 - 1.664$). Наличие тория и урана в апатите обуславливает появление плеохроичных дворигов вокруг его кристаллов, включенных в биотит или амфибол.

Низкая серая интерференционная окраска (двупреломление 0.003). Угасание прямое, удлинение отрицательное. Одноосный, отрицательный.

В небольших количествах встречается во всех магматических породах. Максимальные содержания апатита характерны для щелочных пород, в которых он может переходить в разряд главных породообразующих минералов.

В шлифах апатит имеет сходство с андалузитом и силлиманитом. Но эти минералы оптически двуосны, обладают совершенной спайностью и их кристаллы в поперечных сечениях имеют форму ромба или прямоугольника. Двупреломление этих минералов более высокое, чем у апатита (интерференционная окраска последнего не поднимается выше серой окраски I порядка).

Циркон $\text{Zr}(\text{SiO}_4)$, тетрагональная сингония. Образует короткостолбчатые или призматические кристаллы с дипирамидальными окончаниями и округлые зерна. В поперечных сечениях дает четырех- и восьмиугольники.

Бесцветный, с очень резкими черными ограничениями из-за очень высокого показателя преломления (1.924 – 2.015); в скрещенных николях имеет высокую интерференционную окраску (двупреломление 0.044 – 0.055). Угасание прямое, удлинение положительное. Одноосный, положительный.

Часто образует включения в биотите, амфиболе и других минералах. Эти включения обычно окружены интенсивно окрашенными и резко плеохроирующими ореолами, образование которых связано с радиационным воздействием циркона.

В очень мелких зернах циркон в шлифах практически неотличим от монацита и ксенотима.

Циркон – один из наиболее распространенных акцессорных минералов, встречается практически во всех типах горных пород. Наиболее высокие содержания циркона – в щелочных породах.

Титанит $\text{CaTi}(\text{SiO}_4)$, моноклинная сингония. Характерна клиновидная форма кристаллов. Бесцветный, серый, часто буроватый. Очень резкие ограничения, очень высокий рельеф ($n_o = 1.98 - 2.05$, $n_e = 1.89 - 1.91$).

Цвета интерференции блеклые («перламутровые») высших порядков. Двупреломление титанита 0.09 – 0.14, что значительно выше, чем у циркона.

Поэтому, в отличие от циркона, окраска титанита при включенном анализаторе остается практически такой же (буроватой), как без анализатора. Нередко наблюдается неполное угасание, обусловленное сильной дисперсией. Иногда отмечаются простые или полисинтетические двойники.

Титанит встречается в широком диапазоне магматических пород и во многих метаморфических породах. В габброидах, долеритах, базальтах титанит нередко образует ксеноморфные оторочки вокруг зерен титаномагнетита и ильменита. В диоритах, сиенитах и гранитоидах он дает индивидуализированные кристаллы и ксеноморфные зерна, включенные в роговую обманку и биотит или располагающиеся между другими породообразующими минералами. В гранитоидах повышенной основности и в щелочных породах содержание титанита иногда превышает 1 – 2 %.

Шпинель $MgAlO_2$, кубическая сингония. Образует октаэдрические кристаллы, дающие в шлифах квадратные, четырехугольные и треугольные срезы. Встречается и неправильная форма зерен, нередко графические сростания с пироксеном. Спайность отсутствует, но весьма обычна отдельность.

Зеленая, бурая. Изотропна, с высоким рельефом и резкой шагреновой поверхностью (показатель преломления 1.763 - 2.05).

Бурую шпинель можно спутать с титанистым гранатом, но в отличие от него шпинели свойственна октаэдрическая форма кристаллов и характерная отдельность. Следует также иметь в виду, что шпинель встречается в основных и ультраосновных породах. От хромита шпинель отличается меньшим показателем преломления.

Непрозрачные *рудные* минералы под микроскопом в проходящем свете выглядят черными; их точная диагностика производится в отраженном свете на специальном рудном микроскопе в полировках. В прозрачных петрографических шлифах окраска рудных минералов может быть определена, если направить свет не на зеркало микроскопа, а на поверхность шлифа сверху. В этом случае магнетит обнаруживает свойственную ему в отраженном свете стально-серую, пирит – желтую, хромит – буроватую окраску, и т. п.

Вулканическое стекло – не минерал, а аморфное вещество, представляющее собой застывший магматический расплав, не успевший раскристаллизоваться вследствие быстрого остывания. Обычно входит в состав основной массы эффузивных пород, а в ряде случаев слагает ее полностью.

В шлифе вулканическое стекло бесцветно или окрашено в желтые или бурые тона. Интенсивность окраски зависит от содержания и степени окисления железа. Показатель преломления изменяется от 1.492 (стекло риолитового состава) до 1.575 (стекло базальтового состава). Изотропно, хотя иногда обладает слабым двупреломлением вследствие внутренних напряжений.

При вторичных изменениях вулканическое стекло среднего и основного состава чаще всего замещается хлоритом, а кислое стекло подвергается раскристаллизации, превращаясь в смесь субмикроскопических зерен кварца и полевых шпатов.

2.2. Минералы метаморфических пород

Гранаты

Общая химическая формула гранатов $R^{2+}_3 R^{3+}_2 (SiO_4)_3$:

(пиральспиты)		(уграндиты)	
пироп	$Mg_3 Al_2 (SiO_4)_3$	уваровит	$Ca_3 Cr_2 (SiO_4)_3$
альмандин	$Fe_3 Al_2 (SiO_4)_3$	гроссуляр	$Ca_3 Al_2 (SiO_4)_3$
спессартин	$Mn_3 Al_2 (SiO_4)_3$	андрадит	$Ca_3 Fe_2 (SiO_4)_3$

Гранаты пироп-альмандинового ряда широко распространены в метаморфических породах. Доля пиропового компонента в гранатах увеличивается с ростом температуры и давления. В наиболее низкотемпературных условиях образуются гранаты, обогащенные спессартином. Пиральспиты с высокой долей альмандина и спессартина кристаллизуются также из кислых магматических расплавов, пересыщенных глиноземом, встречаются в гранитных пегматитах.

Смесимость между собой пиральспитов и уграндитов ограничена. В твердых растворах одного ряда может быть растворено не более 20 - 25 мольных процентов компонентов другого ряда. В высокобарных условиях растворимость гранатов этих двух рядов между собой становится более значительной.

Точное определение состава гранатов производится с помощью микронзонда. Под микроскопом в ряде случаев возможна, с привлечением особенностей парагенезисов, приближенная оценка состава гранатов.

Гранаты в шлифе образуют изометричные зерна - идиоморфные или неправильной формы, часто ситовидные, с многочисленными включениями других минералов. Бесцветны или слабо окрашены в желтоватый или розоватый цвет. Характерны высокие показатели преломления, которыми обусловлены резко выраженный рельеф и шагреневая поверхность.

Обычно изотропны, но спессартин и некоторые уграндиты обнаруживают слабое (до 0.003) аномальное двупреломление, особенно в толстых шлифах. Такое двупреломление (с появлением серых интерференционных окрасок) особенно характерно для гранатов из скарнов. В некоторых уграндитах наблюдается зональное угасание и секториальные двойники.

Пироп может замещаться хлоритом, альмандин — хлоритом и эпидотом. Уграндиты замещаются эпидотом, хлоритом, кальцитом, плагиоклазом.

Андалузит

$\text{AlAl}(\text{SiO}_4)\text{O}$, ромбическая сингония.

Андалузит, кианит и силлиманит – полиморфные модификации Al_2SiO_5 , устойчивые при разных температурах и давлениях. Входят в состав метаморфических пород, богатых глиноземом; силлиманит и андалузит встречаются также в высокоглиноземистых кислых магматических породах. Андалузит устойчив при относительно низких давлениях – встречается в контактовых ореолах малоглубинных интрузивов и в продуктах регионального метаморфизма умеренного давления. Кианит образуется при высоком давлении, силлиманит – при высокой температуре.

Андалузит образует короткостолбчатые кристаллы с хорошо развитыми гранями ромбической призмы. В поперечном сечении – ромб, близкий к

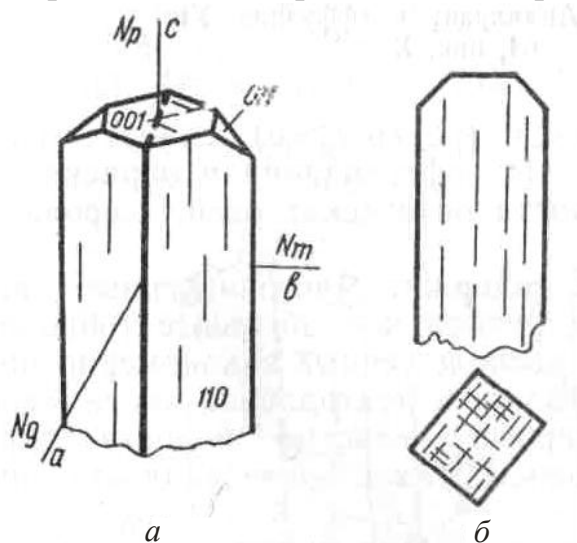


Рис. 25. Андалузит:
а – кристалл;
б – спайность
в продольном и
поперечном сечениях

квадрату, с трещинами спайности под углом 89° (рис. 25). Нередко встречается также в виде зерен неправильной формы с извилистыми границами.

Бесцветен или слабо и неравномерно окрашен в розоватый или зеленоватый цвет (плеохроирует от бледно-розового по N_p до бледно-зеленого или почти бесцветного по N_g). Обладает ясным рельефом и шагреновой поверхностью ($n_g = 1.638 - 1.651$, $n_p = 1.629 - 1.640$).

Двупреломление $0.009 - 0.011$. В продольных разрезах имеет прямое угасание и отрицательное удлинение. Оптически отрицательный, угол $2V$ около 85° .

Отличается от похожих на него пироксенов и кианита более слабым рельефом, прямым угасанием и отрицательным удлинением, от силлиманита – низким двупреломлением и отрицательным удлинением. При вторичных изменениях замещается мусковитом.

Кианит

$\text{Al}_2(\text{SiO}_4)\text{O}$, триклинная сингония.

Бесцветный или слабо-голубоватый. Образует идиоморфные призматические или таблитчатые зерна. Часты простые и полисинтетические двойники. Спайность по двум направлениям под углом, близким к 90° .

Очень высокий рельеф и резкая шагреневая поверхность ($n_g = 1.728 - 1.729$, $n_p = 1.712 - 1.717$).

Двупреломление 0.012 - 0.016. Характер угасания и знак удлинения в разных разрезах разный. В сечениях с более совершенной спайностью угасание почти прямое (0 - 3 °), а в сечениях, где спайность выражена хуже, угол угасания 27 - 32 °.

От андалузита отличается более высокими показателями преломления, положительным удлинением, наличием двойников, от силлиманита – меньшим двупреломлением, наличием двойников и двумя системами спайности.

По кианиту развиваются белые слюды, пиррофиллит, каолинит. Вместе с кианитом встречаются гранат, ставролит, мусковит, биотит, кордиерит.

Силлиманит

$\text{Al}(\text{AlSiO}_5)$, ромбическая сингония.

Обычно встречается в виде удлинённых призм без концевых граней, дающих в поперечном сечении прямоугольники, почти квадраты и ромбы, а также в форме иголок, палочек, лучистых и волокнистых агрегатов (фибролит), неправильных зерен (рис. 26).

Бесцветен. Фибролит вследствие дисперсии света кажется окрашенным в буроватый цвет. Совершенная спайность по одному направлению. Характерны высокие показатели преломления ($n_g = 1.677 - 1.682$, $n_p = 1.657 - 1.660$), в связи с чем обладает высоким рельефом и ясной шагреневой поверхностью.

Двупреломление 0.020 - 0.022. Прямое угасание, положительное удлинение. Малый угол $2V$ (21 – 30 °).

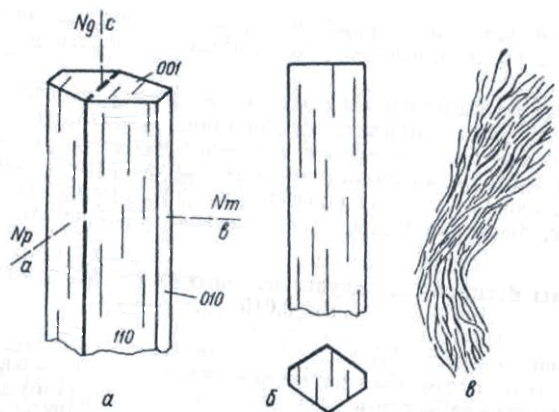


Рис. 26. Силлиманит:
а – форма кристаллов;
б – спайность в продольном
и поперечном разрезах;
в – волокнистый
силлиманит (фибролит)

Силлиманит может быть сходен в шлифах с андалузитом, кианитом, цоизитом, апатитом, ромбическим пироксеном.

Андалузит и апатит имеют отрицательное удлинение и отрицательный оптический знак. Кианит и цоизит обладают более высоким рельефом; кроме того, кианит дает сечения с косым угасанием, обладает большим углом $2V$ и оптически отрицателен, а цоизит отличается характерными аномальными индигово-синими интерференционными окрасками и переменным знаком удлинения. Ромбические пироксены отличаются характером спайности (по двум направлениям под углом 87 °) и меньшим двупреломлением.

Силлиманит – высокотемпературный метаморфический минерал метapelитов. Он встречается вместе с биотитом, калиевым полевым шпатом, гранатом, кордиеритом, гиперстеном, шпинелью, корундом. При вторичных изменениях по силлиманиту развиваются белые слюды, пирофиллит, каолинит.

Ставролит

$(\text{Fe}, \text{Mg}, \text{Zn})_2\text{Al}_9(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{22}(\text{OH})_2$. Ромбическая сингония.

Образует короткопризматические кристаллы или неправильные удлиненные порфиروبласты ситовидного строения. Нередки крестообразные двойники со срастанием призматических индивидов почти под прямым углом или под углом 60° .

Спайность несовершенная. Плеохроирует от оранжево- или золотисто-желтого по N_g до бледно-желтого, почти бесцветного, по N_p . Отчетливые рельеф и шагреньевая поверхность ($n_g = 1.746 - 1.762$, $n_p = 1.736 - 1.747$).

Двупреломление 0.009 - 0.016. Прямое угасание, положительное удлинение.

Высокие показатели преломления и среднее двупреломление, характерная желтая окраска, плеохроизм и высокий положительный $2V$ ($82 - 90^\circ$) позволяют в совокупности надежно определять ставролит в шлифах.

Ставролит – типичный минерал среднетемпературных фаций метapelитов, встречается с алмандином, мусковитом, биотитом и др. Может замещаться мусковитом, серицитом, хлоритом.

Кордиерит

$(\text{Mg}, \text{Fe})_2\text{Al}_3(\text{AlSi}_5\text{O}_{18}) \cdot n\text{H}_2\text{O}$, ромбическая сингония.

Образует зерна неправильной формы, бесцветные или голубоватые, с низким положительным рельефом ($n_g = 1.543 - 1.575$, $n_p = 1.534 - 1.558$) и низким двупреломлением (0.009 – 0.017). Спайность несовершенная. Характерны двойники – полисинтетические или секториальные (тройники и шестерники).

В кордиеритах умеренной или высокой железистости вокруг включений циркона и других аксессуарных минералов наблюдаются «плеохроичные дворники» - ореолы плеохроизма от бесцветного до ярко-желтого. В магнизиальных кордиеритах таких плеохроичных дворников не отмечается.

Кордиерит можно спутать с кварцем или плагиоклазом, имеющими близкий рельеф и двупреломление.

От кварца кордиерит отличается наличием двойников, плеохроичных ореолов, двуосностью. Кроме того, кварц часто имеет характерное волнистое угасание и чуть более высокое двупреломление. От плагиоклаза кордиерит отличается плеохроичными ореолами, менее совершенной спайностью, полисинтетические двойники в нем часто не доходят до краев зерен. От альбита, сходного с кордиеритом по показателю преломления и двупреломлению, последний отличается также отрицательным оптическим знаком.

Кордиерит может замещаться пинитом – бесцветной, зеленовато-голубоватой, желтой войлокообразной смесью мусковита, хлорита, серпентина и оксидов железа. Даже небольшие следы проявленной пинитизации могут быть использованы для отличия кордиерита от других минералов.

Встречается в метаморфических породах, богатых алюминием, и в высокоглиноземистых магматических породах кислого состава. Характерен для высоких ступеней регионального и контактового метаморфизма, нередко встречается вместе с гранатом, калиевым полевым шпатом, гиперстеном, силлиманитом.

Группа эпидота

Изоморфный ряд клиноцоизит $\text{Ca}_2\text{Al}_3(\text{SiO}_4)(\text{SiO}_2)\text{O}(\text{OH})$ – эпидот $\text{Ca}_2(\text{Al,Fe})_3(\text{SiO}_4)(\text{Si}_2\text{O}_7)\text{O}(\text{OH})$, моноклинная сингония. Цоизит – ромбическая сингония.

Минералы группы эпидота образуют в шлифах удлиненные или неправильные зерна с высоким рельефом и шагреновой поверхностью. Эпидот в шлифе слабо окрашен в зеленовато-желтый цвет (со слабым плеохроизмом) или бесцветен, клиноцоизит и цоизит бесцветны.

Спайность по двум направлениям под углом 65° (в одном направлении совершенная, в другом – несовершенная, в виде коротких трещин). Угол угасания $0 - 30^\circ$ (в зависимости от спайности, по отношению к которой измеряется угол угасания). По длине кристаллов клиноцоизита и эпидота располагается N_m , поэтому разрезы могут иметь как положительное, так и отрицательное удлинение.

Минералам группы эпидота свойственна аномальная интерференционная окраска – у цоизита тусклая серо-синяя, желтовато-бурая, у клиноцоизита – густые желтые и оранжево-желтые цвета, у эпидота – яркие красные, малиново-красные и зеленые цвета.

Клиноцоизит также отличается от цоизита косым угасанием в большей части разрезов и углом $2V$ ($65 - 90^\circ$). От эпидота цоизит и клиноцоизит отличаются меньшим двупреломлением ($0.005 - 0.008$). Клиноцоизит оптически положительный, эпидот – отрицательный.

От клинопироксена эпидот отличается малым углом угасания (в удлиненных разрезах угасание может быть прямым), хуже проявленной спайностью, плеохроизмом, цветами интерференции, отрицательным оптическим знаком.

Цоизит – типичный минерал прогрессивного и регрессивного метаморфизма фаций зеленых сланцев, глаукофановых сланцев и эпидот-амфиболитовой фации. Входит в состав соссюрита (агрегат серицита, цоизита и кварца), образующего псевдоморфозы по основным и средним плагиоклазам при изменении магматических пород.

Клиноцоизит и эпидот – типичные минералы метаморфических пород фаций зеленых сланцев, глаукофановых сланцев и эпидотовых амфиболитов, их парагенезисы почти не отличаются от парагенезисов цоизита.

Хлориты

Хлориты – большая и сложная по составу группа минералов, главными представителями которых являются клинохлор $\text{Mg}_5\text{Al}(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH})_8$ и шамозит $\text{Fe}_5\text{Al}(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH})_8$. Моноклинная сингония. Разнообразный изоморфизм приводит к изменчивости свойств хлоритов.

Характерными признаками хлоритов в шлифах является пластинчатая форма кристаллов, весьма совершенная спайность, зеленые оттенки окраски, слабый плеохроизм (от синевато-зеленого или бесцветного до желто-зеленого), низкое двупреломление, прямое угасание (иногда с отклонением в несколько градусов), нередко аномальная интерференционная окраска (грязная желто-зелено-серая, синяя, фиолетовая, реже бурая).

Могут иметь как положительное, так и отрицательное удлинение. В чешуйках хлорита могут наблюдаться плеохроичные дворики, сходные с двориками в биотите; в центре таких плеохроичных двориков часто находятся включения циркона.

От серпентина минералы группы хлорита можно отличить по часто наблюдаемому отчетливому плеохроизму, аномальным сиреневым и бурым цветам интерференции, а также по присутствию плеохроичных двориков, не характерных для серпентина. От похожего по окраске биотита хлорит в разрезах со спайностью отличается низкой интерференционной окраской и более слабым плеохроизмом.

Трудность для диагностики могут представлять бесцветные оптически изотропные или почти изотропные хлориты. Они отличаются от других изотропных минералов низким рельефом и слюдоподобной спайностью.

В магматических породах минералы группы хлорита являются вторичными. Они развиваются по главным породообразующим минералам (преимущественно мафическим). Часто хлорит замещает биотит, причем при этом в хлорите нередко образуются тончайшие иголки рутила, пересекающиеся под углом 60° и слагающие так называемую сагенитовую решетку (см. рис. 23). Хлоритом могут замещаться также пироксены, амфиболы, оливин, гранат, иногда полевые шпаты.

Серпентин

$\text{Mg}_3(\text{Si}_2\text{O}_5)(\text{OH})_4$, моноклинная сингония.

Бесцветный или зеленоватый, буроватый, желтоватый. У окрашенных разностей плеохроизм от зеленовато-желтого по N_g до бесцветного по N_p . Спайность весьма совершенная по одному направлению. Показатели преломления близки к канадскому бальзаму, в связи с чем рельеф и шагреневая поверхность отсутствуют.

Серая, белая, иногда бледно - желтая интерференционная окраска I порядка (двупреломление 0.006 – 0.013). Угасание прямое, удлинение положительное.

От хлорита серпентин отличается по цвету и отсутствию аномальных интерференционных окрасок. Сходные с серпентином бесцветные или слабоокрашенные разности хлоритов лучше окристаллизованы, обладают слюдоподобной спайностью, менее смяты и имеют более высокий положительный рельеф.

Серпентин – типичный вторичный минерал, развивающийся в ультраосновных и основных породах по магнезиальному оливину, пироксенам, реже амфиболам.

Тальк

$\text{Mg}_3(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_2$, моноклинная сингония.

Образует чешуйчатые агрегаты. В шлифе бесцветный, буроватый и зеленовато-буроватый. Спайность весьма совершенная по одному направлению. $N_g - N_p = 0.050 - 0.045$. Угасание прямое, удлинение положительное. Оптически отрицательный, угол $2V = 0 - 30^\circ$.

Под микроскопом сходен с мусковитом. Отличается показателями преломления ($n_g = 1.589 - 1.590$, $n_p = 1.539 - 1.545$), углом $2V$, минеральными ассоциациями. Кроме того, тальк отличается от мусковита своей пластичностью, плавной изогнутостью чешуек, что у мусковита наблюдается редко.

В основных и ультраосновных магматических породах тальк развивается по магнезиальным минералам – оливину, ортопироксенам, серпентину и др. Характерны ориентированные псевдоморфозы талька по магнезиальным ортопироксенам.

Турмалин

$\text{NaFe}_3\text{Al}_6(\text{Si}_6\text{O}_{18})(\text{BO}_3)_3(\text{OH})_4$. Тригональная сингония.

Призматический. Спайность отсутствует. Рельеф и шагреневая поверхность хорошо заметны ($n_o = 1.639 - 1.692$, $n_e = 1.620 - 1.657$). Двупреломление 0.017 - 0.030, обычно около 0.020.

В шлифе часто окрашен в бурый цвет, хотя может иметь и другую окраску. Плеохроизм резкий, с изменением интенсивности окраски. В отличие от биотита, турмалин принимает наиболее темную окраску, когда длинная сторона кристалла перпендикулярна к направлению колебаний света в поляризаторе (у биотита наиболее темная окраска - когда длинная сторона кристалла параллельна направлению колебаний света в поляризаторе).

Угасание прямое, удлинение отрицательное.

Рутил

TiO_2 , тетрагональная сингония.

Обычно встречается в виде мелких зерен. Кристаллы рутила призматические, столбчатые, игольчатые, но в кристаллических сланцах нередко встречается и в виде изометричных зерен.

Густо окрашен в буро-красный или желто-бурый цвет, часто почти непрозрачен. Очень высокий рельеф ($n_e = 2.895 - 2.903$, $n_o = 2.609 - 2.616$). Очень высокое двупреломление ($0.286 - 0.287$), в силу чего интерференционную окраску определить невозможно. Яркие цвета интерференции видны даже в тончайших иголочках, что позволяет по этому свойству отличить рутил от других тонкоигольчатых минералов.

Прямое угасание. Из-за интенсивной собственной окраски рутил обычно одного и того же цвета как при включенном, так и при выключенном анализаторе.

Сагеновая решетка - включения тонкоигольчатого рутила в хлорите или в слюдах, имеющие вид сетки с треугольными ячейками (см. рис. 23).

Титанит, в отличие от рутила, имеет меньшие показатели преломления и двупреломление, и двуосен. Циркон более светло окрашен и имеет более низкие показатели преломления и двупреломление.

Рутил – широко распространенный акцессорный минерал. Он встречается в различных магматических породах - от ультрамафитов до гранитов, в метаморфических породах разных фаций. Рутил иногда развивается по ильмениту, но и сам может замещаться ильменитом или титанитом.

Карбонаты

Кальцит CaCO_3 , доломит $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$, магнезит MgCO_3 , сидерит FeCO_3 . Тригональная сингония.

Карбонаты в шлифах преимущественно бесцветны. Спайность по трем направлениям под косым углом. В крупных зернах встречаются полисинтетические двойники. В сечениях, где четко видны два направления спайности, у кальцита двойниковые полосы располагаются ближе к длинной диагонали ромба спайности, а у доломита – ближе к короткой диагонали ромба спайности. Магнезит обычно не подвержен двойникованию.

Характерна четко выраженная псевдоабсорбция. У кальцита псевдоабсорбция проявляется более отчетливо, чем, например, у сидерита, так как у кальцита показатель преломления n_g выше, а n_p ниже, чем у канадского бальзама, а у сидерита оба показателя преломления выше, чем у канадского бальзама.

Очень высокое двупреломление (более 0.170), которому отвечает очень высокая пестро-белая («перламутровая») интерференционная окраска, по которой, вместе с псевдоабсорбцией, карбонаты могут быть отличимы от других пороодообразующих минералов.

Одноосные, отрицательные.

Флюорит

CaF_2 , кубическая сингония. Встречается преимущественно в виде неправильных зерен, выполняющих промежутки между другими минералами, реже в виде идиоморфных кристаллов.

Бесцветный, со спайностью по октаэдру, в связи с чем в некоторых разрезах можно наблюдать две или три системы пересекающихся трещин спайности. Показатель преломления много ниже канадского бальзама (1.434), вследствие чего минерал имеет отрицательный рельеф и резкую шагреневую поверхность. Изотропный.

Флюорит может быть спутан в шлифах с другими изотропными минералами со средним рельефом и шагреневой поверхностью. На него похожа слабо окрашенная (бесцветная, зеленая или фиолетовая) шпинель, имеющая к тому же отдельность по октаэдру, сходную со спайностью флюорита. Но у шпинели положительный рельеф. Гранаты не имеют спайности и также имеют положительный рельеф.

Флюорит нередко встречается в нефелиновых сиенитах, гранитоидах, пегматитах, грейзенах.

2.3. Контрольные вопросы

1. Как отличить в шлифе кварц и нефелин, кварц и кордиерит?
2. Назовите разновидности калиевых полевых шпатов и охарактеризуйте их диагностические признаки в шлифах.
3. Как отличить между собой пертиты и антипертиты?
4. Что общего и каковы различия в оптических свойствах плагиоклазов и калиевых полевых шпатов?
5. Перечислите признаки, по которым в шлифах выбирают зерна плагиоклаза для определения их состава методом максимального симметричного угасания.
6. Чем замещаются кислые и основные плагиоклазы при вторичных изменениях?
7. Назовите признаки отличия в шлифе биотита от хлорита, турмалина, амфиболов.
8. Что такое опацизация и у каких минералов она может быть проявлена?
9. Перечислите характерные признаки тремолита, актинолита, щелочных амфиболов.
10. Как отличить в шлифе пироксен от оливина?
11. Как в шлифе различаются ромбические и моноклинные пироксены?
12. Перечислите сходства и различия минералов из группы пироксенов и амфиболов.
13. Чем эгирин отличается в шлифе от амфиболов?
14. Назовите оптически изотропные минералы и их отличия между собой в шлифе.
15. Как отличить в шлифе титанит и рутил, титанит и циркон?

16. Назовите характерные диагностические признаки кианита, андалузита, силлиманита.
17. Как определить в шлифе ставролит и кордиерит?
18. Охарактеризуйте особенности диагностики в шлифе минералов группы эпидота.
19. Как хлорит отличается в шлифе от серпентина и талька?
20. Назовите оптические свойства, характерные для минералов группы карбонатов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Белоусова О. Н., Михина В. В. Общий курс петрографии. М., Недра, 1972. 344 с.
- Кравцова Л. И., Чукашева М. Н. Кристаллооптика. Методическое пособие к лабораторным работам по курсу петрографии. Изд. СГИ, 1961. 58 с.
- Маракушев А. А., Бобров А. В., Перцев Н. Н., Феногенов А. Н. Петрология. I. Основы кристаллооптики и породообразующие минералы. М.: Научный мир, 2000. 316 с.
- Петрография и петрология магматических, метаморфических и метасоматических горных пород. М.: Логос, 2001. 768 с.
- Сиротин К. М. Практическая петрография. Изд. Саратов. ун-та. 1988. 312 с.

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

- | | |
|---|---|
| <p>Авгит, 46, 48</p> <p>Актинолит, 45</p> <p>Альбит, 38</p> <p>Амфиболы, 44</p> <p>Андалузит, 53</p> <p>Андезин, 38</p> <p>Аномальная анизотропия, 17</p> <p>Анортит, 38</p> <p>Антигорит, 58</p> <p>Антипертиты, 37</p> <p>Апатит, 50</p> <p>Арфведсонит, 45</p>
<p>Бастит, 47, 58</p> <p>Биотит, 42</p> <p>Битовнит, 38</p>
<p>Вулканическое стекло, 51</p> | <p>Гиперстен, 47</p> <p>Глаукофан, 45</p> <p>Гранаты, 52</p>
<p>Двупреломление, 17, 4, 21</p> <p>Диопсид-геденбергит, 48</p> <p>Дисперсионный эффект, 14</p> <p>Дисперсия двупреломления, 19</p> <p>Доломит, 60</p>
<p>Знак удлинения, 25</p>
<p>Интерференционная окраска, 17</p>
<p>Калиевые полевые шпаты, 35</p> <p>Кальцит, 60</p> <p>Канадский бальзам, 8</p> <p>Канкринит, 35</p> <p>Карбонаты, 59</p> |
|---|---|

Кварц, 34
Кварцевый клин, 24
Кианит, 53
Клинопироксены, 47
Клинохлор, 57
Клиноцоизит, 56
Компенсатор, 23
Кордиерит, 55
Круговое сечение, 5

Лабрадор, 38
Лизардит, 58

Магнезит, 60
Микроклин, 36
Микропегматит, 37
Мирмекит, 39
Мусковит, 43

Нефелин, 34

Объект-микрометр, 11
Ограничения, 14
Оливин, 48
Олигоклаз, 38
Омфацит, 46
Оптически двуосный, 4
Оптически одноосный, 4
Оптически отрицательный, 5
Оптически положительный, 5
Оптическая ось, 4
Ортоклаз, 36
Ортопироксены, 47
Острая биссектриса, 5

Пертиты, 37
Пироксены, 46
Плагиоклазы, 38
Плеохроизм, 26
Плоскость оптических осей, 5
Полоска Бекке, 14
Пренит, 39
Псевдоабсорбция, 16

Разность хода, 17
Рельеф, 13
Рибекит, 45

Роговая обманка, 44
Рутил, 59
Сагениит, 43, 59
Санидин, 36
Серицит, 39, 43
Серпентин, 58
Сидерит, 60
Силлиманит, 53
Симметричное угасание, 41

Скрещенность николей, 9
Соссюрит, 39
Ставролит, 55
Схема абсорбции, 26

Тальк, 58
Титанит, 50
Тремолит, 45
Тупая биссектриса, 5
Турмалин, 59

Угол оптических осей (2V), 5, 30
Угол угасания, 22

Фаялит, 48
Флюорит, 60
Форстерит, 48

Хлорит, 57
Хризотил, 58

Центрировка, 10
Цеолит, 35
Циркон, 50
Цоизит, 56

Шагреневая поверхность, 14
Шпинель, 51

Щелочные амфиболы, 45

Эгирин, 48
Эгирин-авгит, 48
Энстатит, 47
Эпидот, 56

Учебное издание

Олег Анатольевич Суставов

ПЕТРОГРАФИЯ
МАГМАТИЧЕСКИХ И МЕТАМОРФИЧЕСКИХ
ПОРОД, ПЕТРОЛОГИЯ

Учебно-методическое пособие
к лабораторным занятиям (часть 1)
для студентов направления
29.03.04 "Технология художественной
обработки материалов

Подписано в печать Бумага писчая. Формат 60 x 84 1/16.
Гарнитура Times New Roman. Печать на ризографе.
Печ. л. 4 Уч.-изд. л. Тираж . Заказ №

Издательство УГГУ
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30
Уральский государственный горный университет
Отпечатано с оригинал-макета
в лаборатории множительной техники УГГУ

УДК 549 : 548.12
С89

Рецензент: В. Н. Огородников, доктор геолого-минералогических наук, профессор, зав. кафедрой геологии УГГУ.

Печатается по решению Редакционно-издательского Совета Уральского государственного горного университета.

Суставов С. Г.
С89 МОРФОЛОГИЯ, ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ МИНЕРАЛОВ ПО ВНЕШНИМ ПРИЗНАКАМ: Учебно-методическое пособие / С. Г. Суставов; Уральский государственный горный университет. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, Изд. 2-е, стереотипное, 2019. – 127 с.

Пособие соответствует дисциплине “Кристаллография и минералогия” по Государственному образовательному стандарту (ГОС) направления подготовки 29.03.04 - “Технология художественной обработки материалов”.

В нём в доступной форме изложены основы кристаллографии и даны физические свойства минералов, необходимые при их диагностике. Приведены внешние признаки минералов и методические приемы их определения. В таблицах для определения минералов включены диагностические свойства породообразующих и важных в промышленном отношении минеральных видов, позволяющих находить их по комплексу свойств без использования специальных методов.

Пособие предназначено для самостоятельной работы студентов геологических специальностей очной и заочной форм обучения, а также для любителей камня, не имеющих специальных знаний.

УДК 549 : 548.12

© Суставов С. Г., 2013, 2019
© Уральский государственный
горный университет, 2013, 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ.....	4
ВНЕШНИЕ ПРИЗНАКИ МИНЕРАЛОВ	5
Морфология минеральных индивидов	6
Симметрия кристаллов	7
Простые формы и их комбинации	10
Реальные кристаллы	14
Строение агрегатов	16
Блеск	18
Цвет, черта	19
Твердость	22
Спайность и отдельность	23
Упругость, пластичность, хрупкость	24
Плотность	25
Магнитные свойства	26
КЛЮЧ К ТАБЛИЦАМ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МИНЕРАЛОВ	26
УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ	27
ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ	28
ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА	28
ТАБЛИЦЫ МИНЕРАЛОВ	30
УКАЗАТЕЛЬ МИНЕРАЛОВ	126

ВВЕДЕНИЕ

Знакомство с минералами начинается с восприятия тех или иных внешних признаков, определение которых возможно без каких-либо приборов, с помощью наиболее простых приспособлений. Диагностика по внешним признакам является наиболее простым и универсальным методом при определении минералов. Вместе с тем, от диагноста требуется "острая" наблюдательность и хорошая память. В практической минералогии, как правило, невозможно определение минерала по словесному описанию. Практическая минералогия – "*чувственная*" наука, и в ней справедливо правило: *лучше один раз увидеть, чем сто раз услышать, и лучше один раз в руках поддержать, чем сто раз увидеть*. Рассматривая минерал в витрине музея, можно получить информацию только о его цвете и форме выделения. Держа образец в руках, можно достаточно надежно определить его блеск, плотность, сопутствующие минералы. При внимательном осмотре образцов опытный специалист получает информацию, которая не только позволяет определить минерал, но, в некоторых случаях, указать месторождение. В свое время курс практической минералогии был разработан основателем кафедры – К. К. Матвеевым сразу после революции. Для проведения лабораторных занятий необходим определитель минералов. Первоначально для этой цели использовалось руководство А. Вейсбаха и К. Фукса. В 1938 году был издан определитель Ф. И. Рукавишникова. Позднее этот определитель обновлялся и расширялся в 1956 году Н. В. Свяжиным, а в 1970 году – Г. Н. Вертушковым и В. Н. Авдониным.

Минералогия, как и другие науки, не стоит на месте – растет поток информации о минералах. Это привело к физическому и моральному старению определителя 1970 года, что обусловило переработку, расширение и некоторое изменение таблиц и принципа расположения минералов в струк-

туре определителя. При написании пособия основной упор сделан на свойства минералов, определение которых может производить любой студент, знакомый с основами геометрической кристаллографии и конституцией минералов. Первое издание таблиц было осуществлено автором в 1995 году для специальности МПГ, в 2001 году – второе издание, в 2009-м – третье с уточнениями и исправлениями. Первое издание таблиц для специальности РМ было выполнено в 2007 году. В настоящее время необходимо несколько изменить и дополнить существующий определитель в соответствии с ФГОСом третьего поколения.

Учебно-методическое пособие «Морфология, физические свойства и определение минералов по внешним признакам» составлено в соответствии с программой курса "Кристаллография и минералогия" по направлению подготовки 29.03.04 – "Технология художественной обработки материалов". Настоящее пособие дополнено разделом по симметрии и морфологии кристаллов. В нем детализированы и выделены шрифтом видовые, межвидовые, надвидовые названия и разновидности.

ВНЕШНИЕ ПРИЗНАКИ МИНЕРАЛОВ

Минерал – это природное химическое соединение, состав которого изменяется в граничных пределах, обладающее кристаллической структурой и образующееся в результате геологических процессов. По мере изучения минералов было установлено, что в ряде случаев они имеют достаточно сложный состав и состоят из нескольких минераль-

ных видов. Например, оливин состоит из форстерита и фаялита; гранат – из пироба, альмандина, спессартина, гроссуляра, уваровита и андрадита.

Каждый минеральный вид имеет определенный химический состав и структуру, которые находятся в тесной взаимосвязи и определяют его конституцию, которая в свою очередь обуславливает свойства, присущие минералу, и его морфологию. Свойства, определяемые визуально или с использованием простых испытаний, называют внешними признаками. Искусство диагностики минералов определяется овладением этими признаками. В отдельных случаях внешние признаки настолько специфичны, что позволяют однозначно определить минерал. В других случаях они позволяют выделить группу минералов, в которой определение конкретного вида требует тщательного анализа.

К внешним признакам относят морфологию и симметрию кристаллов, строение агрегатов, блеск, цвет, черту, твердость, спайность, отдельность, упругость, пластичность, хрупкость, плотность, магнитные свойства.

Морфология минеральных индивидов

Форма зерна является результатом отражения его упорядоченного внутреннего строения. Вместе с тем форма зерна – это первый диагностический признак, видимый невооруженным глазом.

Все множество минеральных индивидов по строению внешней поверхности можно разделить на две группы: 1) правильные многогранники, или идиоморфные кристаллы; 2) зерна неправильной формы, или ксеноморфные. Идиоморфные индивиды покрыты плоскими гранями, пересекающимися по ребрам, сходящимся в вершины. Положение граней кристалла определяется его структурой. Поверхность ксеноморфных индивидов определяется внешними условиями и от структуры не зависит [2, 8].

Симметрия кристаллов

Греческое слово «симметрия» в переводе на русский язык означает соразмерность. Симметрия проявляется в закономерно повторяющихся частях кристалла при его вращении. Для выявления симметрии кристаллов используют вспомогательные геометрические образы: прямые, плоскости, точки (оси симметрии, плоскости, центр инверсии).

Ось симметрии L (рис.1, а) – это прямая линия, при вращении вокруг которой многогранник или кристалл совмещается столько раз, каков порядок оси. Порядок оси симметрии – любое целое число, но в кристаллах возможны элементы симметрии, которые не противоречат однородности его строения. Осями симметрии кристаллов могут быть L_2 , L_3 , L_4 и L_6 . *Плоскость симметрии P* (рис. 1, б) – это воображаемая плоскость, которая делит модель на две равные и зеркально симметричные части. *Центром симметрии (инверсии) C* (рис. 1, в) называется мнимая точка внутри модели, от которой диаметрально противоположные точки поверхности удалены на равное расстояние. Существует мнемоническое правило: если каждой грани модели имеется равная и параллельная грань, то центр инверсии есть. Наряду с этим, в кристаллах могут быть инверсионные оси симметрии, например L_4^i или L_6^i , представляющие собой в первом случае совокупность оси симметрии второго порядка и центра инверсии, действующих совместно. Во втором случае это одновременное действие оси симметрии третьего порядка и перпендикулярно к ней расположенной плоскости симметрии.

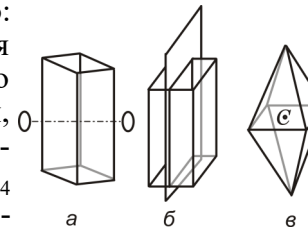


Рис.1

При определении элементов симметрии на моделях нужно знать, как они сочетаются друг с другом. Для этого необходимо выучить несколько теорем [8].

Теоремы:

Линия пересечения двух плоскостей симметрии является осью симметрии, угол поворота которой в два раза больше угла между плоскостями.

При наличии двух пересекающихся осей симметрии L_2 есть третья – равнодействующая им и проходящая через точку их пересечения (теорема Л. Эйлера).

При наличии центра инверсии C и четной оси L_{2n} перпендикулярно к последней проходит плоскость симметрии P .

Если имеются ось L_n и плоскость симметрии P , проходящая вдоль нее, то всего плоскостей симметрии будет n .

При наличии оси L_n и перпендикулярной к ней оси L_2 , число таких осей будет равно n .

В кристаллических многогранниках присутствуют неповторяющиеся направления, которые называются единичными. Повторяющиеся в кристалле направления, связанные элементами симметрии, называются симметрично-равными. Присутствие единичных и симметрично-равных направлений определяется совокупностью элементов симметрии.

Полный перечень всех элементов симметрии одного многогранника обуславливает его точечную группу или *вид симметрии*. Впервые сложение элементов симметрии выполнил академик А. В. Гадолин в 1867 г. и выявил 32 вида симметрии [2]. Точечные группы, обладающие сходными элементами симметрии, составляют *сингонии*, которые по числу единичных направлений объединяют в категории (табл. 1).

Таблица 1
32 точечные группы симметрии кристаллов

Категория	Сингония	Виды симметрии							инверсионно- планальный
		прими- тивный	центральный	планальный	аксиальный	планаксиальный	инверсионно- примитивный		
Низшая	Триклинная	-	C						
	Моноклинная			P	L ₂	L ₂ PC			
	Ромбическая			L ₂ 2P	3L ₂	3L ₂ 3PC			
Средняя	Тригональная	L ₃	L ₃ C	L ₃ 3P	L ₃ 3L ₂	L ₃ 3L ₂ 3PC			
	Тетрагональная	L ₄	L ₄ PC	L ₄ 4P	L ₄ 4L ₂	L ₄ 4L ₂ 5PC	L ₄ ⁱ (= L ₂)	L ₄ ⁱ (= L ₂) 2L ₂ 2P	
	Гексагональная	L ₆	L ₆ PC	L ₆ 6P	L ₆ 6L ₂	L ₆ 6L ₂ 7PC	L ₆ ⁱ = L ₂ P	L ₆ ⁱ 3L ₂ 3P=L ₃ 3L ₂ 4P	
Высшая	Кубическая	4L ₃ 3L ₂	4L ₃ 3L ₂ 3PC	4L ₃ 3L ₂ 6P	3L ₄ 4L ₃ 6L ₂	3L ₄ 4L ₃ 6L ₂ 9PC			

Простые формы и их комбинации

Свободно растущие кристаллы приобретают форму многогранника с различным количеством и конфигурацией граней.

По характеру ограничения кристаллы разделяют на две группы. Кристаллы первой группы состоят из одинаковых, симметрично расположенных граней, которые полностью покрывают «тело» кристалла (тетраэдр). Вторая группа кристаллов обладает различными по форме и величине гранями, так как грани одного сорта полностью закрыть объем кристалла не могут (призма, пирамида). Первые представляют собой простые формы, вторые – их комбинации [2, 8].

Простой формой называют множество равных граней, связанных между собой элементами симметрии. Последнее определяет равенство физических свойств граней одной простой формы, так как они представлены одинаковыми плоскими сетками в структуре и могут быть получены симметричными преобразованиями из одной грани.

Комбинацией называют совокупность двух или нескольких простых форм. В этом случае множество граней не связано элементами симметрии, следовательно, могут иметь различную конфигурацию и размеры. Грани одной конфигурации, не связанные элементами симметрии, принадлежат разным простым формам.

Количество простых форм в комбинации (на моделях кристаллов) соответствует числу граней, разных по конфигурации (рис. 2). Грани одной конфигурации, если они связаны элементами симметрии, принадлежат одной простой форме. В том случае, если одинаковые грани не связаны элементами симметрии, то они принадлежат разным простым формам.

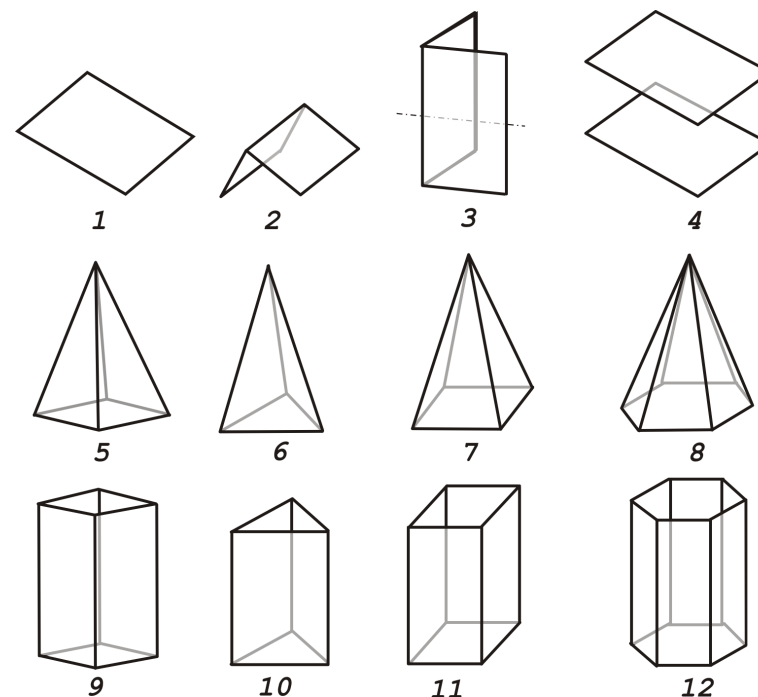


Рис. 2. Наиболее распространённые простые формы кристаллов:

Моноэдр – простая форма, состоящая из одной грани (1).

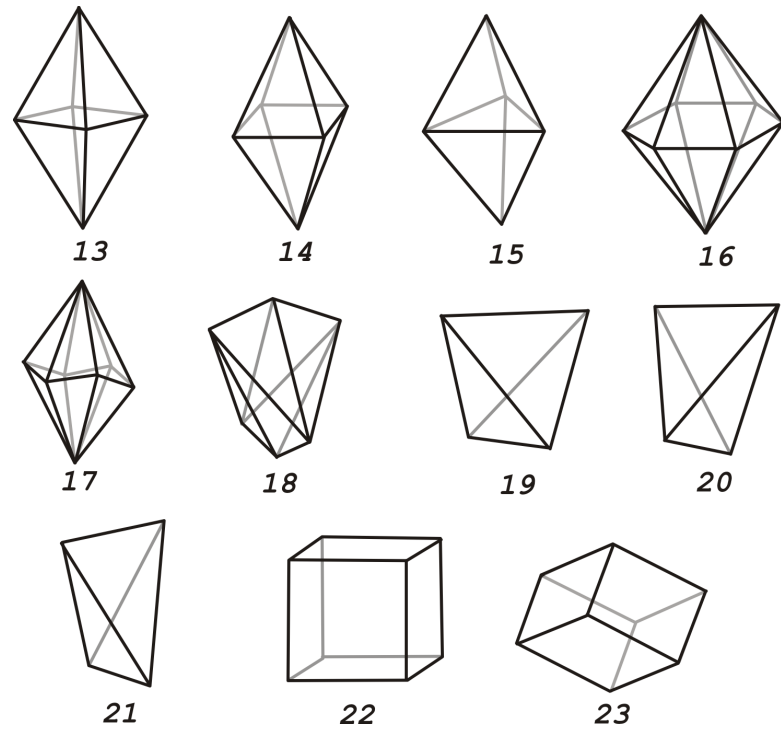
Диэдр – форма, состоящая из двух равных и пересекающихся между собой граней (2, 3).

Пинакоид – форма, состоящая из двух равных и параллельных между собой граней (4).

Пирамида – собирательное название простых форм, в которых все равные грани пересекаются в одной точке. Это открытые формы. Пирамиды называются по форме основания: ромбическая (5), тригональная (6), тетрагональная (7), гексагональная (8).

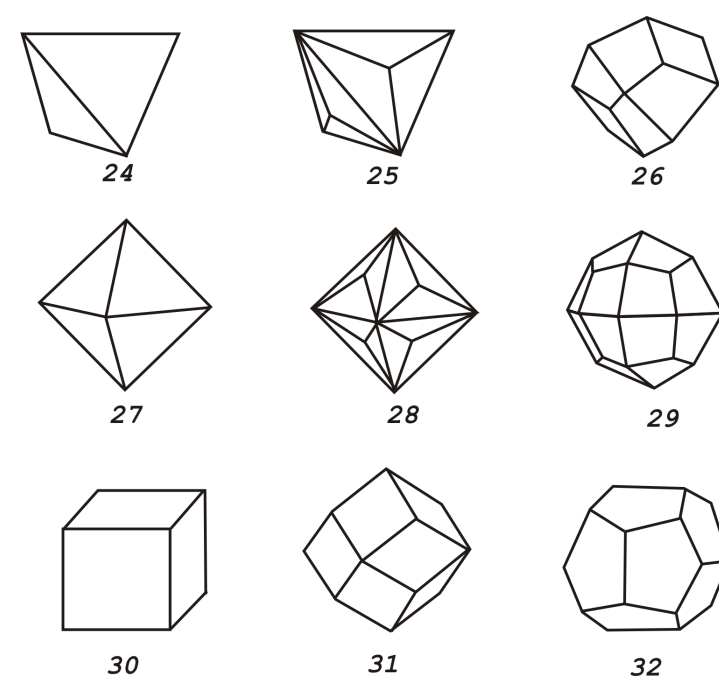
Призма – собирательное название простых форм, в которых все равные грани пересекаются по параллельным рёбрам. Призмы – открытые формы и различаются по сечениям плоскостью, перпендикулярной к ребру: ромбическая (9), тригональная (10), тетрагональная (11), гексагональная (12).

Продолжение рисунка 2



Дипирамида – собирательное название простых форм, состоящих из двух пирамид, сложенных основаниями. Дипирамиды различаются, как и пирамиды, по форме сечений: ромбическая (13), тетрагональная (14), тригональная (15), гексагональная (16).
Скаленоэдры – дитригональный (17) и дитетрагональный (18) имеют форму граней в виде неравностороннего треугольника.
Тетраэдры – четырёхгранники: кубический (19) (грань – равносторонний треугольник); тетрагональный (20) (грань – равнобедренный треугольник); ромбический (21) (грань – остроугольный треугольник).
Куб, или *гексаэдр* – шестигранник (22). Грани имеют форму квадрата (их 6; рёбер 12; вершин 8). Три главных направления взаимно перпендикулярные и равные между собой.
Ромбоэдр состоит из шести граней в форме ромба (23), общий случай ромбоэдра – “сдавленный” или “растянутый” по оси L_3 куб.

Окончание рисунка 2



Тетраэдр (24) и его производные, полученные усложнением грани. В названии у них отражается форма грани: тригон, тетрагон и т. п.; количество граней в комплексе: три, тетра и название грани - эдр.
 25 – тригонритетраэдр; 26 – тетрагонритетраэдр.
 27 – октаэдр – восьмигранник – равносторонние треугольники сходятся по 4 в вершинах, ребер – 12.
 Октаэдрические формы, образованные на базе октаэдра называются по такому же принципу, как тетраэдрические: 28 – тригонтриоктаэдр, 29 – тетрагонтриоктаэдр.
 30 – Гексаэдр (куб).
Додекаэдры – (двенадцатигранники) – ромбический и пентагональный.
 У ромбододаэдра (31) грани имеют форму ромба.
 У пентагондодекаэдра грани в форме пятиугольника (32).

В огранении кристаллов участвуют 47 простых форм. Для каждой сингонии характерны свои простые формы. На рис. 2 показаны наиболее распространенные простые формы.

Реальные кристаллы

Форма кристалла определяется его структурой и влиянием окружающей среды. Появление тех или иных простых форм на кристалле определяется законом Бравэ, согласно которому при образовании кристаллов развитие и частота появления основных форм зависят от густоты расположения атомов, ионов на их гранях [8]. В соответствии с принципом Кюри, внешняя симметрия кристалла будет сохранять только те элементы симметрии, которые совпадают с подобными элементами симметрии среды. Степень развития

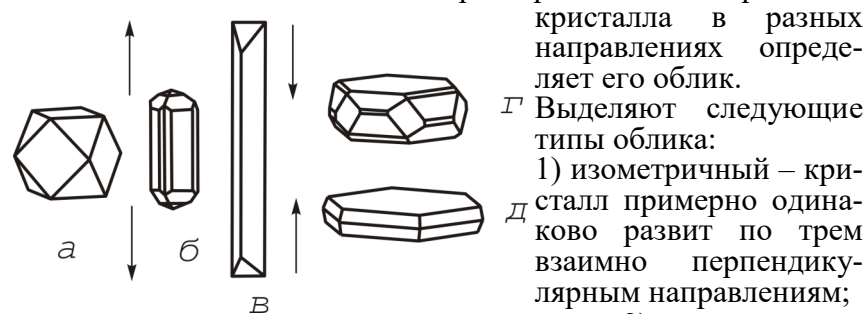


Рис. 3. Типы облика кристаллов:
a – изометричный; *б* – короткопризматический; *в* – длиннопризматический;
г – таблитчатый; *д* – пластинчатый.

кристалла в разных направлениях определяет его облик.

Выделяют следующие типы облика:

1) изометричный – кристалл примерно одинаково развит по трем взаимно перпендикулярным направлениям;

2) увеличение в одном направлении последовательно приводит к короткопризматическому, длиннопризматическому, игольчатому, волокнистому облику;

3) сжатие в одном направлении определяет таблитчатый, пластинчатый, чешуйчатый, листоватый облик (рис. 3).

Неравномерное развитие кристалла в разных направлениях определяет бочонковидный, клиновидный, скипетровидный, сноповидный и другие облики.

Габитус кристалла определяется преобладающими

гранями простых форм, представленных в огранении. Например, у пирита облик изометричный, а габитус кубический, пентагондодекаэдрический или октаэдрический.

Грани кристаллов нередко покрыты мелкими бороздами или штрихами. Для ряда минералов присутствие штриховки является важным диагностическим признаком. В одних случаях она наблюдается в виде параллельных штрихов, в других – штрихи пересекаются под определенными углами. Так, на гранях призмы кристаллов кварца наблюдается поперечная штриховка, а на гранях призмы топаза и берилла – вертикальная.

По своему происхождению штриховка может быть *комбинационной*, обусловленной узкими вицинальными гранями двух простых форм (берилл, турмалин и др.), *двойниковой*, являющейся результатом полисинтетического двойникования минералов (сфалерит, корунд, плагиоклазы и др.) и *индукционной*, появляющейся в месте соприкосновения двух одновременно растущих индивидов [6].

Кристаллы редко бывают одиночными, обычно они образуют сростки. Различают *закономерные* и *случайные* сростки, среди первых выделяют параллельные, двойниковые и эпитаксические сростки. Параллельными сростками называют такие срастания кристаллов минералов, в которых все грани первого кристалла параллельны соответствующим граням второго.

Двойниками называют закономерные срастания двух кристаллов одного и того же минерала, в которых один индивид может быть выведен из другого отражением в плоскости или поворотом на 180° вокруг оси. В зависимости от количества сросшихся в двойниковом положении индивидов

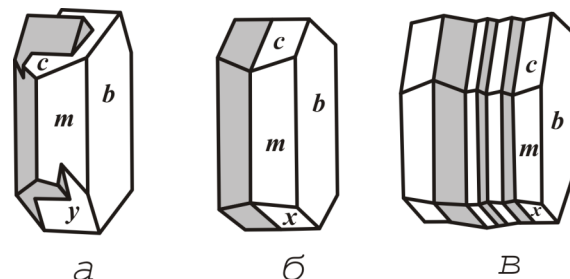


Рис.4. Двойники: а– прорастания; б– срастания; в– полисинтетический

различают тройники, четверники, пятерники и т. д. В зависимости от расположения элементов простые двойники подразделяют на *двойники срастания* и *двойники прорастания*.

Наряду с простыми двойниками широко распространены *полисинтетические*. В них каждые два соседних индивида находятся в двойниковом положении (рис. 4).

Эпитаксическими сростками называют срастания двух различных минералов, в которых хотя бы некоторые кристаллографические элементы оказываются параллельными. Это объясняется сходством кристаллических структур и параметров решеток у минералов в эпитаксическом сростке [6].

Строение агрегатов

Незакономерное срастание множества индивидов одного или разных минералов называется агрегатом. Форма минеральных агрегатов в значительной степени зависит от формы отдельных кристаллов и механизма их образования.

В случае изометричных зерен агрегаты по величине подразделяют на тонкозернистые (зерна на глаз неразличимы), мелкозернистые (зерна менее 1 мм, но различимы на глаз), среднезернистые (1–5 мм), крупнозернистые (5–20 мм), гигантозернистые (зерна крупнее 20 мм).

В том случае, если индивиды имеют вытянутую в разной степени форму, то они образуют *шестоватые*, *игольчатые*, *волокнистые* агрегаты. Если кристаллы обладают уплощенной формой, то агрегаты приобретают *пластинчатое*,

чешуйчатое, *листоватое* строение.

По механизму образования выделяют следующие агрегаты. В открытых полостях из низкотемпературных растворов на стенках осаждаются натечные агрегаты, которые могут иметь *сталактитовое*, *гроздевидное*, *сосцевидное* или *почковидное* строение. Из коллоидных суспензий (гелей) образуются *колломорфные* агрегаты [6].

В том случае, если открытая полость не полностью заполняется раствором, то на стенках полости происходит образование *друз* или *щеток* кристаллов. Друзы сложены удлиненными кристаллами и имеют зону геометрического отбора. Последняя предполагает преимущественный рост тех индивидов, удлинение которых совпадает с нормалью к стенке полости. Щетки обычно представлены изометричными индивидами, в которых геометрический отбор прошел, и все кристаллы имеют одинаковую ориентировку.

Мелкие стяжения сферической или эллипсоидальной формы носят название оолитов и сферолитов. *Оолиты* обычно сцементированы друг с другом в горную породу. Они имеют концентрически-скорлуповатое строение, отдельные слои их отлагаются вокруг центра (например, песчинки или пузырька воздуха). *Сферолиты* обладают радиально-волокнистым строением и образуются в открытой полости.

Конкреции - стяжения округлой формы, радиально-лучистого или скорлуповатого строения, рост которых происходил от центра к периферии.

При быстрой кристаллизации минерала в трещине или хорошо проницаемой породе образуются плоские или объемные ветвистые агрегаты (*дендриты*). Наряду с основными типами минеральных агрегатов, имеются разности, наименования которых отражают внешние особенности этих агрегатов, например *звездчатые*, *сетчатые*, *ячеистые*, *шлаковидные*, *землистые*.

Блеск

Блеск – это визуальная характеристика отраженного от поверхности минерала света, учитывающая и долю отраженного света, и особенности отражения. Блеск минералов по мере его усиления подразделяют на *стеклянный*, *алмазный*, *полуметаллический* и *металлический*. У прозрачных и хорошо просвечивающих минералов, с повышением показателя преломления, слабый *стеклянный* блеск постепенно сменяется более сильным *алмазным*. Для минералов с высоким коэффициентом поглощения и большой отражательной способностью, т. е. непрозрачных, даже в тонком порошке, характерен *металлический* блеск. У части минералов блеск промежуточный между алмазным и металлическим; такие минералы или просвечивают хотя бы в тонком порошке, или заметно поглощают и рассеивают свет. Промежуточный по степени блеск называют *полуметаллическим*.

Переход от одной градации степени блеска к другой постепенный и достаточно условный. При мелкошероховатой поверхности у сильно поглощающих или непрозрачных минералов характер блеска *тусклый* (магнетит); у просвечивающих и прозрачных – *матовый* (каолин, любые землистые агрегаты). Характер поверхности нередко зависит от особенностей излома – при отсутствии спайности излом может быть мелкобугорчатым, а блеск – *жирным* (кварц, нефелин).

На вид блеска большое значение оказывают характер поверхности и строение агрегата. *Шелковистый* блеск отмечается у параллельно-волокнистых агрегатов за счет своеобразного отражения и рассеяния света волокнами. Такой блеск особенно заметен при падении света вдоль волокон (селенит, хризотил-асбест). Прозрачные минералы с совершенной спайностью отражают свет не только от внешней поверхности, но и от имеющихся в глубине образца трещинок. Подобное мерцающее отражение сопровождается интерференцией света, создающей нежную радужную окраску. Этот вид блеска называют *перламутровым* (гейландит, гипс,

кальцит).

Цвет, черта

Цвет – это свойство вещества вызывать у человека определенное зрительное ощущение в соответствии со спектральным составом отражаемого или пропускаемого излучения. По физической сущности окраску минералов подразделяют на собственную и чуждую [1]. *Собственная окраска* обусловлена особенностями конституции минерала – его химическим составом и структурой. Наиболее распространенный вид собственной окраски минералов вызывается характером светопоглощения. При этом возникают разные варианты.

1. Если свет не взаимодействует с минералом, то минерал остается бесцветным и прозрачным, как, например, горный хрусталь. При полном поглощении видимого спектра света минерал становится черным и непрозрачным. При поглощении происходит возбуждение электронов в верхнем слое, которые мгновенно возвращаются обратно, испуская световые лучи, что проявляется в металлическом блеске.

Цветовые оттенки у сильно поглощающих минералов возникают в случае энергетической неравнозначности переходов электронов, и потому часть лучей света поглощается минералом.

2. Наиболее ярко проявляется неравномерность поглощения света, как причина окраски прозрачных минералов-диэлектриков, в составе которых присутствуют химические элементы-хромофоры. Хромофорами являются ионы переходных металлов периодической системы Д. И. Менделеева. Наиболее важные из них V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu. В зависимости от конституции, кристаллом поглощаются разные лучи. Минерал окрашивается в цвет, дополнительный к поглощенному. Окраска, вызываемая хромофорами, следующая: V^{3+} – зеленый (тсаворит), голубой (танзанит); Cr^{3+} – зеленый (уваровит, изумруд), красный (рубин); Mn^{2+} – розо-

вый (родохрозит, родонит); Fe^{2+} – зеленый (актинолит, хризолит), красный (альмандин); Fe^{3+} – желтый (хризоберилл); Co^{2+} – голубой (шпинель), розовый (эритрин); Ni^{2+} – зеленый (непуит); Cu^{2+} – зеленый (малахит), синий (азурит), голубой (бирюза).

3. В прозрачных минералах окраска может быть вызвана явлением переноса заряда. Так возникает окраска синего корунда (сапфир) с изоморфной примесью железа и титана. Появление окраски объясняется образованием пары $\text{Fe}^{2+} + \text{Ti}^{4+}$, которая за счет переноса заряда (электрона) внутри пары и поглощения лучей с соответствующей длиной волны образует пару $\text{Fe}^{3+} + \text{Ti}^{3+}$, и минерал приобретает синий цвет.

4. Неравномерное светопоглощение некоторых минералов может быть вызвано наличием в их кристаллической решетке электронно-дырочных центров окраски. В черном кварце (морионе) в позициях кремния располагаются ионы Al^{3+} . Для компенсации валентностей в кристаллическую решетку внедряются катионы щелочных металлов или H^+ . Под действием радиоактивного или рентгеновского излучения происходит смещение электрона от кислорода к Al^{3+} с поглощением части света; ионы O^- становятся центрами окраски. Аналогичным образом возникает окраска у флюорита.

Чуждая окраска определяется вростками пигментирующих окрашенных минералов, цветными пленками разной природы и другими причинами, не связанными с особенностями конституции минерала.

Наряду с этим окраска зависит от спектра светового пучка и от направления. Наиболее ярко эта особенность проявляется в минералах с незначительной примесью хрома. Например, александрит при дневном освещении зеленый, а при искусственном – красный. Зависимость от направления – это анизотропия окраски. В ромбическом кордиерите с примесью Fe цвет разный по всем трем кристаллографическим осям. Он темно-синий вдоль оси z , светло-синий вдоль оси x , желтовато-серый вдоль оси y . Это явление называется

плеохроизмом и наблюдается у всех окрашенных минералов под микроскопом.

Окраска минерала определяется степенью его дисперсности: гематит в кристаллах железо-черный, а в порошке – вишнево-красный. Порошок остается после прочерчивания минералом по фарфоровой пластинке. Цвет черты, наряду с цветом минерала в массе, является важным диагностическим признаком.

Черта минерала помогает при отсутствии навыков правильно определить блеск. У минералов с металлическим блеском черта обычно черная и темнее, чем цвет минерала в массе. У минералов с полуметаллическим блеском черта аналогична цвету минерала в массе или светлее, но всегда отчетливо видна на фарфоровой пластинке. Преобладают коричневые оттенки. Минералы с алмазным блеском имеют черту красной, оранжевой или желтой окраски разной яркости и тона. Участок, с которого получена черта, светлеет. У бесцветных минералов с алмазным блеском черта белая, но они при этом, как бы, светятся внутри. У минералов со стекляннным блеском черта белая или светло-серая с неясным оттенком. Тот участок минерала, которым мы проводили черту, у них белеет.

Твердость

Твердость - способность минерала противодействовать внешнему воздействию, будь то царапание, вдавливание или шлифование. Метод динамического определения заключается в диагностике твердости относительно эталонов шкалы Мооса, которая состоит из десяти минералов-эталонов:

- | | |
|---|--|
| 1) тальк $\text{Mg}_3[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2$; | 6) ортоклаз $\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$; |
| 2) гипс $\text{Ca}[\text{SO}_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; | 7) кварц SiO_2 ; |
| 3) кальцит $\text{Ca}[\text{CO}_3]$; | 8) топаз $\text{Al}_2[\text{SiO}_4](\text{F},\text{OH})_2$; |
| 4) флюорит CaF_2 ; | 9) корунд Al_2O_3 ; |
| 5) апатит $\text{Ca}_5[\text{PO}_4]_3\text{F}$; | 10) алмаз C. |

Определение твердости осуществляется царапанием острым углом минерала эталона. Появление мельчайшей царапины указывает на более высокую твердость определяемого минерала. Вместо минералов-эталонов нередко используют заменители – ноготь (2), оконное стекло (5), напильник (6,5-7). Минералы с твердостью 1 легко пишут по бумаге. Оконное стекло очень удобно, так как имеет ровную поверхность и любая царапина на нем заметна.

При определении твердости следует помнить, что более мягкие минералы будут на более твердых оставлять черту, которую легко стереть в отличие от царапины. Во многих случаях такую черту принимают за царапину. Во избежание ошибки необходимо провести пальцем – царапина останется на месте, а черта сотрется.

На результаты определения относительной твердости влияет анизотропия, которая достаточно сильно проявляется в низкосимметричных минералах и в самих эталонах. Например, у кианита она варьирует от 4,5 вдоль удлинения таблитчатых кристаллов до 6,5-7 в поперечном направлении.

Спайность и отдельность

Спайность – способность минералов раскалываться по определенным кристаллографическим направлениям, с образованием ровных блестящих поверхностей, параллельных друг другу и заметных по одновременному отблеску при отражении на свет.

По степени совершенства выделяют следующие виды спайности:

1) *весьма совершенная* – индивид при небольшом усилии легко расщепляется на плоскости большой площади (слюды, молибденит);

2) *совершенная* – требует большее усилие для получения менее ровной поверхности (сфалерит, кальцит);

3) *несовершенная* – ровные поверхности проявляются редко, имеют минимальную площадь и обнаруживаются с трудом (кварц, оливин) [3].

Причина возникновения спайности заключается в присутствии ослабленных направлений в структуре, которые проявляются после механического воздействия. Кристаллографическая направленность плоскостей спайности предполагает, что спайность ориентирована по какой-то простой форме. При определении спайности, кроме степени совершенства важно определять количество направлений и угол между плоскостями спайности, так как в ряде случаев это является важным диагностическим признаком. Например, у амфиболов и пироксенов спайность в двух направлениях и близкая окраска, но у первых угол между плоскостями спайности 120° , а у вторых – 90° .

При определении спайности важно не путать плоскости спайности с гранями кристалла. Плоскости спайности более гладкие и совершенные, чем естественные грани, которые могут иметь штриховку, следы растворения и т. д.

В некоторых минералах при раскалывании образуются ровные, кристаллографические, иногда блестящие поверхности, напоминающие спайные. Возникновение подобных плоскостей носит название *отдельность* и связано с нали-

чием закономерных включений вдоль зон роста кристалла, в результате возникновения структур распада или полисинтетического двойникования. Отличительным признаком отдельности является конечный размер пластинок, если они вызваны двойникованием, и матовое отражение плоскостей, при наличии включений.

Упругость, пластичность, хрупкость

Упругость минералов проявляется в их способности восстанавливать форму и начальный объем после снятия напряжения. Это свойство, например, позволяет различить минералы группы слюд, чешуйки которых возвращаются в первоначальное положение после изгиба, от минералов группы хлоритов внешне достаточно схожих, но не обладающих упругими свойствами.

Пластичность – это свойство минерала необратимо деформироваться под действием механической нагрузки, превышающей предел упругости. Пластические деформации приводят к механическому двойникованию, смятию или изгибу зерен с сохранением их целостности. Это характерно для антимонита, кальцита, гипса, молибденита, кианита, слюд.

Некоторые минералы при этом способны к течению с изменением первоначальной формы, претерпевают грануляцию или перекристаллизацию (галенит, галит, арсенопирит). С пластичностью в прямой зависимости находится такое свойство, как *ковкость* минералов. У металлов это свойство проявляется в расплющивании их в тонкие пластинки. У некоторых сульфидов (халькозин, акантит, галенит), обладающих слабой ковкостью, царапина блестящая, а не пылит, в отличие от хрупких минералов, что является диагностическим признаком.

Хрупкость – это способность минералов разрушаться при небольших деформациях после превышения предела прочности. Хрупкость минералов определяет их способность

к измельчению, что является важной характеристикой при обработке руд и их обогащении.

Плотность

Плотность – это мера массы в единице объема. Плотность минералов варьирует от 0,8 у некоторых органических минералов до 22,7 г/см³ у осмистого иридия. Она зависит от кристаллической структуры и химического состава минерала. Высокая плотность характерна для минералов с компактной структурой, низкая – для минералов со слоистой и каркасной структурой (например, алмаз – 3,5 г/см³, графит – 2,2 г/см³) [3, 6].

Плотность возрастает с увеличением массы атома или иона и уменьшается с увеличением их размеров. Например, плотность плагиоклазов изменяется от 2,61 г/см³ (альбит) до 2,76 г/см³ (анортит).

Основная масса минералов имеет плотность, которая находится в интервале от 2,5 до 5,2 г/см³, и лишь немногие имеют более высокие или низкие значения. По степени распространенности и плотности минералы, условно, можно разделить на легкие (плотность менее 2,5 г/см³), средние (2,5–4 г/см³) и тяжелые (более 4 г/см³). Плотность мономинерального образца приближенно можно оценить, сравнивая с образцами с известной плотностью и близкого объема.

Магнитные свойства

По магнитным свойствам минералы подразделяют на магнитные, слабомагнитные и немагнитные. Магнитные минералы притягиваются постоянным магнитом. К ним относятся магнетит, моноклинный пирротин и некоторые разновидности ильменита. Некоторые разновидности магнетита ведут себя как постоянный магнит, т. е. притягивают к себе железные предметы и магнитные минералы. К слабомагнитным отно-

сятся те минералы, которые приобретают магнитные свойства под действием электрического поля. Так ведут себя, например, все минералы, содержащие железо: геденбергит, альмандин, железистый сфалерит (марматит) и т. д.

КЛЮЧ К ТАБЛИЦАМ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МИНЕРАЛОВ

- 1. Минералы с металлическим блеском. Цветные непрозрачные.
 - Черта серая. Темно-серая или черная.
 - 1.1. Цвет белый, серый до черного. Стр. 30
 - 1.2. Цвет желтый, красный. Стр. 40
- 2. Минералы с полуметаллическим блеском. Цветные, непрозрачные.
 - Черта аналогична цвету минерала в массе или светлее, но всегда отчетливая.
 - 2.1. Черта бурая, буровато-черная, черная.
 - Цвет черный, серо-черный. Стр. 44
 - 2.2. Черта красновато-бурая, желтовато-бурая, зеленовато-серая.
 - Цвет темно-красный, темно-бурый, черный. Стр. 48
- 3. Минералы с алмазным блеском. Бесцветные или цветные, идеально прозрачные или прозрачные в той или иной степени.
 - 3.1. Черта оранжевая, красная.
 - Цвет минерала оранжевый, красный до черного. Стр. 54
 - 3.2. Черта желтая, светло-желтая, белая.
 - Цвет минералов желтый, коричневый до черного, иногда бесцветный. Стр. 56
- 4. Минералы со стеклянным блеском. Прозрачные в той или иной степени.
 - Черта чаще белая, реже светлоокрашенная, минерал белеет в том месте, с которого получена черта.
 - 4.1. Черта имеет отчетливую окраску: зеленую,

- голубую, синюю, желтовато-бурую. Цвет минерала аналогичен цвету черты или несколько темнее. Стр. 66
- 4.2. Черта имеет зеленоватый или сероватый оттенок, выраженный неясно. Преобладающая окраска минералов зеленая, темно-зеленая, черная. Стр. 70
- 4.3. Черта белая
 - Твердость 1 – 3 Стр. 80
- 4.4. Черта белая
 - Твердость 3 – 5 Стр. 92
- 4.5. Черта белая.
 - Твердость 5 – 7 Стр. 100
- 4.6. Черта белая.
 - Твердость 7– 9 Стр. 120

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

Х – минералы, известные на Урале;
* – минерал широко распространен и образует крупные выделения;
– минерал открыт на Урале.
Минералы, не помеченные символами, на Урале не известны. Известные на Урале минералы отмечены по работе [10].
Названия минералов в таблицах:
жирный шрифт – основные видовые ;
простой шрифт – межвидовые;
курсив – разновидности.

ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ

в п.п.тр.– в пламени паяльной трубки;
в. сов.– весьма совершенная;
выд.– выделение;
конц.– концентрированной
м-ния – месторождения;
направл.– направление;
несов.– несовершенная;
раствор.– растворяется

сов.– совершенная;
УФ – ультрафиолетовый свет.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Булах А.Г. Минералогия с основами кристаллографии – М.: Недра, 1989. – 351 с.
2. Вертушков Г. Н. Конституция и морфология минеральных индивидов. – Свердловск: СГИ, 1972.–139 с.
3. Вертушков Г. Н., Авдонин В. Н. Физические и химические свойства минералов и определитель минералов по внешним признакам. – Свердловск: СГИ, 1970 – 172 с.
4. Годовиков А. А. Минералогия. – М.: Недра, 1975.– 520 с.
5. Кривовичев В. Г. Минералогический словарь – С.Пб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та. 2008. –556с.
6. Лазаренко Е. К. Курс минералогии. – М.: Высшая школа, 1971. 608 с.
7. Минералы: справочник /под ред. Ф. В. Чухрова, Э. Н. Бонштедт-Куплетской. Т.I – IV – М.: Наука, 1960-2004.
8. Попов Г. М., Шафрановский И. И. Кристаллография. Изд. 5-е – М.: Высшая школа, 1972.–352 с.
9. Флейшер М. Словарь минеральных видов/ пер. с англ. М. Флейшер — М.: Мир, 1990. – 206 с.
10. Юшкин Н. П., Иванов О. К., Попов В. А. Введение в топоминералогия Урала.– М.: Наука, 1986. – 294 с

~ Данные этих источников использованы в таблицах..

ТАБЛИЦЫ				
I. Минералы с металлическим Черта серая, темно				
Название, химический состав	Сингония, облик крис- таллов и стро- ение агрегатов	Спайность, излом	Цвет, черта	Твер- дость
1	2	3	4	5
1.1. Цвет белый, се				
* Молибденит (молибдено- вый блеск) MoS ₂	Гексагональ- ная, чешуйча- тые, листова- тые агрегаты, бочонковид- ные кристал- лы	В. сов. по {0001} в одном направл.	Свинцово-се- рый с голубова- тым оттенком. Серовато- черная, при растирании зеленеет	1
* Графит C	Гексагональ- ная, пластин- чатые крис- таллы, чешуй- чатые, плас- тинчатые агре- гаты	В.сов. по {0001} в одном направл.	Черный до се- ребристо- серого. Черная	1
* Ковеллин CuS	Гексагональ- ная, порошко- ватые, сажис- тые массы	В. сов. по {0001} в одном направл.	Индигово- синий. Серая до чер- ной	1,5-2

МИНЕРАЛОВ				
блеском. Цветные непрозрачные -серая или черная				
Таблица 1				
Плот- ность	Химические свойства, особые приме- ты	Сходные минера- лы	Сопутствую- щие минера- лы	Условия нахожде- ния
6	7	8	9	10
рый до черного				
4,7-4,8	Трудно рас- твор. в HNO ₃ до MoO ₃ . Мажет руки, жирный на ощупь	Графит, тетради- мит	Шеелит, вольфра- мит, касси- терит, вис- мутин и др.	Высоко- и средне- температурные гидротермальные жилы, скарны, меднопорфировые м-ния
2,1-2,2	При нагрева- нии с дымя- щей HNO ₃ че- шуйки вспучи- ваются. Мажет руки, жирный на ощупь	Молиб- денит, валле- риит	Полевой шпат, кварц, биотит, ру- тил и др.	Магматический, пневматолито- гидротермальные жилы, скарны, метаморфические породы
4,6-4,8	Раствор. в го- рячей HNO ₃ с выд, S: раствор приобретает. зеленый цвет. Специфичес- кая окраска		Халькозин, борнит, халькопи- рит	Зона окисления медноколчедан- ных м-ний

1	2	3	4	5
* Стибнит (сурьмяный блеск, анти- монит) Sb ₂ S ₃	Ромбическая, призматичес- кие кристал- лы, спутанно- волокнистые и зернистые агрегаты	Сов. по {010} в од- ном направл.	Свинцово- серый, слегка голубоватый. Черная, при растирании краснеет	2
* Висмутин (висмута- вый блеск) Bi ₂ S ₃	Ромбическая, призматичес- кие и иголь- чатые крис- таллы, зерни- стые агрегаты	Сов. по {010} в од- ном направл.	Оловянно- белый до свин- цово-серого. Свинцово- серая	2-2,5
* Серебро Ag	Кубическая, волосовид- ные, моховид- ные и прово- лочные фор- мы, дендриты	Отсутствует. Крючкова- тый	Серебряно- белый, с по- верхности се- рый или чер- ный налет. Белая блестя- щая	2,5-3
* Халькозин (медный блеск) Cu ₂ S	Ромбическая, призматичес- кие и плстин- чатые крис- таллы, сплош- ные плотные массы	Несов. по {110}. Раковистый	Свинцово- серый до чер- ного при окис- лении. Темно-серая, черная	2,5-3

Продолжение таблицы 1

6	7	8	9	10
4,5-4,7	Раствор. в HCl с выд. H ₂ S. На плоскостях спайности ча- сто двойнико- вая штриховка	Висмутин, джемсо- нит, бу- ланжерит	Обычно один, реже с кино- варью, флюори- том, бари- том	Низкотемператур- ные гидротер- мальные м-ния
6,8	Легко раствор. в HNO ₃ и горя- чей HCl. На плоскостях спайности ча- сто двойни- ковая штри- ховка, перпен- дикулярная удлинению	Антимо- нит, вис- мутовые суль- фосоли	Самородо- ный вис- мут, молиб- денит, кас- ситерит, вольфра- мит	Высоко- и сред- нетемпературные гидротермальные жилы, пегматиты, скарны
10,1- 11,1	Раствор. в HNO ₃ , при до- бавлении HCl выпадает бе- лый осадок. Характерен цвет, крючко- ватый излом, высокая ков- кость	Изоферро- платина	Акантит, прустит, пирарги- рит, гале- нит, каль- цит, барит	Низкотемператур- ные гидротер- мальные жилы с арсенидами, зона вторичного суль- фидного обогаще- ния
5,5-5,8	Раствор. в HNO ₃ с выд. S. Ковок. Царапи- на от иглы бле- стящая	Акантит, дзарлеит, дигенит, анилит, блеклые руды	Борнит, ковеллин, халькопи- рит, само- родная медь	Низкотемператур- ные гидротер- мальные образо- вания, зона вто- ричного сульфид- ного обогащения

1	2	3	4	5
* Галенит (свинцовый блеск) PbS	Кубическая, зернистые агрегаты, реже плотные и натечные, обычные кристаллы	Сов. по {100}, в трех направл., иногда отдельность по {111}	Свинцово-серый, у тонкозернистых агрегатов более светлый. Серовато-черная	2,0-3,0
* Джемсонит Pb ₄ FeSb ₆ S ₁₄	Моноклинная, игольчатые и волосовидные кристаллы, перистые и шестоватые агрегаты	Ясная по {001} в одном направл., несов. по {110} и {010}. Неровный	Свинцово-серый, иногда пестрая побелость. Темно-серая, серовато-черная	2,0-3,0
* Буланжерит Pb ₅ Sb ₄ S ₁₁	Моноклинная, игольчатые, призматические кристаллы, волокнистые агрегаты	Сов. по {100} в одном направл.	Свинцово-серый до железочерного. Серовато-черная с коричневым оттенком	2,5-3,0

Продолжение таблицы 1

6	7	8	9	10
7,4-7,6	Раствор. в HNO ₃ с выд. S, при добавлении HCl выпадает белый осадок. Слабо ковок. Типичен цвет, спайность в трех направл. и высокая плотность	Антимонит	Сфалерит, халькопирит, кварц, кальцит, барит	Средне- и низкотемпературный гидротермальные жилы, скарны
5,5-6,0	Раствор. в горячей HCl, при охлаждении выпадает PbCl ₂ . Характерна поперечная спайность	Буланжерит, менегинит	Пирит, сфалерит, галенит, тетраэдрит, буланжерит	Второстепенный минерал среднетемпературных гидротермальных жил
6,0-6,2	Раствор. в горячей HCl с выд. H ₂ S. От джемсонита отличается отсутствием поперечной спайности	Джемсонит, менегинит	Галенит, сфалерит, арсенопирит, пирит, джемсонит	Средне- и низкотемпературные гидротермальные жилы и метасоматические залежи

1	2	3	4	5
* Теннантит (мышьяковая блеклая руда) (Cu,Fe) ₁₂ As ₄ S ₁₃	Кубическая, сплошные зер- нистые агрега- ты, тетраэдри- ческие кри- сталлы	Отсутствует. Раковистый, неровный	Стально- серый до железо- черного. Черная с вишнево- красным оттенком	3,0-4,0
* Тетраэдрит (сурьмяная блек- лая руда) (Cu,Fe) ₁₂ Sb ₄ S ₁₃	Кубическая, сплошные зер- нистые агрега- ты, тетраэдри- ческие крис- таллы	Отсутствует. Раковистый, неровный	Стально- серый до железо- черного. Черная	3-4,5
X Тетраферро- платина (ферроплатина) PtFe	Тетрагональ- ная, мелкие зерна	Нет. Неровный	Темно- серый до черного. Черная	4
* Изоферропла- тина (поликсен) Pt ₃ Fe	Кубическая, мелкие зерна и самородки, кубические кристаллы	Отсутствует. Крючкова- тый	Серебряно- белый до стально- серого. Черная	4-4,5

Продолжение таблицы 1

6	7	8	9	10
4,4-4,7	Разлагается в HNO ₃ с выд. S. Блеклый тон окраски, хрупкость	Тетраэд- рит, халь- козин	Халькопи- рит, сфале- рит, галенит, пирит, айки- нит, бурно- нит	Широко распро- странен, средне- и низкотемператур- ный гидротер- мальный минерал
4,9-5,1	Разлагается в HNO ₃ с выд. S. Блеклый тон окраски, хрупкость	Халько- зин, тен- нантит	Халькопи- рит, сфале- рит, галенит, пирит, айки- нит, бурно- нит	Широко распро- странен, средне- и низкотемператур- ный гидротер- мальный минерал
12,0-15	Разлагается в царской водке. Магнитна и относительно хрупка	Железо, хромшпи- нели	Изоферро- платина, туламенит, хромшпине- ли	Магматический в ультраосновных изверженных по- родах, россыпях
14- 18,65	Разлагается в царской водке. Слабомагнит- на, ковка	Осмий, рутений	Тетраферро- платина, иридосмин, хромшпине- ли	Магматический в ультраосновных изверженных по- родах, россыпях

1	2	3	4	5
* Кобальтин (кобальтовый блеск) CoAsS	Кубическая, зернистые агрегаты, иногда кристаллы	Сов. по {100} в трех направл. Неровный, раковистый	Серебряно-белый с красноватым оттенком. Серовато-черная	5,5
* Арсенопирит (мышьяковый колчедан) FeAsS	Моноклинная, зернистые и шестоватые агрегаты, призматические и изометричные кристаллы	Несов. по {101}, {010}. Неровный	Оловянно-белый до стально-серого. Серовато-черная	5,5-6
X Скуттерудит (шмальтин) CoAs ₃	Кубическая, плотные зернистые агрегаты, нередко кристаллы	Несов. по {100}. Неровный, раковистый	Оловянно-белый. Серовато-черная	5,5-6
X Никель-скуттерудит (хлоантит) NiAs ₃	Кубическая, плотные зернистые агрегаты, нередко кристаллы	Несов. по {100}. Неровный	Оловянно-белый до стально-серого. Серовато-черная	5,5-6

Продолжение таблицы 1

6	7	8	9	10
6,1-6,4	Разлагается в горячей HNO ₃ с выд. S и As ₂ O ₃ ; раствор розовый. Форма кристаллов и розовый оттенок	Арсенопирит, сперрит	Пирротин, халькопирит, арсенопирит, сфалерит, висмутин	Высоко- и среднетемпературные гидротермальные жилы, скарны
5,9-6,3	Разлагается в горячей HNO ₃ с выд. S. Широко распространен. Форма кристаллов, твердость, чесночный запах при ударе	Кобальтин, гудмундит	Пирит, халькопирит, пирротин, сфалерит, висмутин	Типичный гидротермальный минерал широкого диапазона температур, скарны
6,5-6,8	Растворяется в HNO ₃ с образованием розового раствора. Ассоциация с другими арсенидами и форма кристаллов	Никельскуттерудит, саффорит	Кобальтин, арсенопирит, пирротин, арсениды Co и Ni	Среднетемпературный гидротермальный минерал
6,4-6,8	Раствор. в HNO ₃ с образованием зеленого раствора. Ассоциация с никелином, форма кристаллов	Скуттерудит, раммельсбергит	Арсениды Co и Ni, кобальтин, герсдорфит	Среднетемпературный гидротермальный минерал

1	2	3	4	5
I. 2. Цвет				
* Медь Cu	Кубическая, {100}, {111}, (110); дендриты, проволочки	Отсутствует. Крючковатый	Светло-розовая в свежем изломе, медно-красная при окислении. Медно-красная, блестящая	2,5-3
* Золото Au	Кубическая, {111}, {100}, {110}; чешуйки, листочки, самородки	Отсутствует. Крючковатый	Золотисто-желтый до светло-желтого, иногда розоватый оттенок. Золотисто-желтая, блестящая	2,5-3
* Борнит Cu ₅ FeS ₄	Кубическая, {100}, {110}, {111}; зернистый	Несов. по {111}. Мелкораковистый	Темный медно-красный, с пестрой побегалостью. Серовато-черная	3
* Халькопирит (медный колчедан) CuFeS ₂	Тетрагональная, зернистые агрегаты, иногда тетраэдрические кристаллы	Несов. по {112} и {101}. Раковистый, неровный	Латунно-желтый, нередко пестрая побегалость. Зеленоваточерная	3-4,0

Продолжение таблицы 1

6	7	8	9	10
тый, красный				
8,4-8,9	Легко раствор. в HNO ₃ . Ковкость, цвет, вторичные продукты	Аурикуприд	Халькозин, куприт, кальцит, гетит, атакамит	Гидротермальная в основных и ультраосновных изверженных породах, в зоне окисления
15,6-18,3	Раствор. в царской водке. Цвет, высокая ковкость, отсутствие продуктов окисления	Халькопирит, аурикуприд	Арсенопирит, пирит, галенит, сфалерит, халькопирит и др.	Гидротермальное в кварцевых жилах, конгломератах, черных сланцах, в зоне окисления
4,9-5,3	Раствор. в HNO ₃ с выд. S. Цвет в свежем изломе и низкая твердость	Никелин, пирротин, ковеллин	Халькопирит, халькозин, галенит, пирит, сфалерит	Гидротермальный в основных изверженных породах и кварцевых жилах, скарнах, зоне окисления
4,1-4,3	Раствор. в HNO ₃ с выд. S. Цвет, твердость, хрупкость	Пирит, золото, талнахит	Пирротин, пирит, арсенипирит, галенит, сфалерит и др.	Высоко- и средне-температурный гидротермальный минерал в основных породах, скарнах

Окончание таблицы 1									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X Пентландит (никелевый колчедан) (Fe,Ni) ₈ S ₉	Кубическая, зернистые агрегаты и структуры распада в пирротине	Сов. по {111} в четырех направл. Раковистый	Бронзово-желтый. Зеленовато-черная	3-4,0	4,5-5	Раствор. в HNO ₃ , окрашивая раствор в зеленый цвет. Ассоциация и характерная спайность	Пирротин, пирит	Пирротин, халькопирит, талнахит, магнетит, кубанит	Магматический в основных изверженных породах
* Пирротин гексагональный Fe _{1-x} S	Гексагональная, таблитчатые и призматические кристаллы	Несов. по {10 $\bar{1}$ 0}, отдельность по {0001}. Неровный	Бронзово-желтый с буроватой побелостью. Серовато-черная до черной	3,5-4,5	4,6-4,7	В HNO ₃ и HCl разлагается с трудом. Бронзово-желтая окраска	Троилит, кубанит	Халькопирит, пентландит, пирит, сфалерит, арсенопирит	Среднетемпературный гидротермальный минерал, в основных породах, скарнах, кварцевых жилах
* Клинопирротин (магнитный колчедан) Fe ₇ S ₈	Моноклинная, зернистые агрегаты	Отдельность по {001}. Неровный	Бронзово-желтый. Серовато-черная до черной	3,5-4,5	4,6-4,7	Раствор. в HNO ₃ . Бронзово-желтая окраска и магнитность	Троилит, кубанит, пирротин гексагональный	Халькопирит, пентландит, пирит, сфалерит, арсенопирит	Среднетемпературный гидротермальный минерал, в основных породах, скарнах, кварцевых жилах
* Марказит (лучистый колчедан) FeS ₂	Ромбическая, копьевидные и таблитчатые кристаллы, конкреции, натечные агрегаты	Ясная по {101}. Неровный	Латунно-желтый с серым оттенком. Черная	6-6,5	4,9	Разлагается в HNO ₃ с выд. S. Форма выд.	Пирит, арсенопирит	Пирит, халькопирит, галенит, сфалерит, пирротин	Низкотемпературный гидротермальный минерал, в зоне окисления
* Пирит (серный колчедан) FeS ₂	Кубическая, зернистые агрегаты, коллоидные массы, хорошо образованные кристаллы	Несов. по {100}, отдельность по {111}. Раковистый	Светлый латунно-желтый. Зеленовато-черная	6-6,5	4,9-5,2	С трудом разлагается в HNO ₃ с выд. S. Форма кристаллов, твердость, окраска	Марказит, халькопирит, арсенопирит	Халькопирит, сфалерит, арсенопирит и др.	Наиболее широко распространенный сульфид

2. Минералы с полуметаллическим Черта аналогична цвету минерала в мас				
Название, химический состав	Сингония, облик кри- сталлов и строение агрегата	Спайность, излом	Цвет, черта	Твер- дость
2.1. Черта бурая, буро Цвет черный,				
1	2	3	4	5
X Ферберит FeWO ₄	Моноклин- ная, зерни- стые агрега- ты, призма- тические и таблитчатые кристаллы	Сов. по {010} в од- ном нап- равлении. Неровный	Черный. Черная	4,5
X Уранинит UO ₂	Кубическая, массивный, колломорф- ный - насту- ран, куби- ческие крис- таллы	Отсутствует. Неровный, раковистый	Стально-серый до черного. Черная, буровато -черная, слегка блестящая	5-6,0
# Ильменит FeTiO ₃	Тригональ- ная, редко зернистый, округлые зерна и пла- стинчатые кристаллы	Отсутствует. Раковистый	Железо-черный, иногда стально- серый оттенок. Черная	5-6,0

Таблица 2

блеском. Цветные, непрозрачные. се или светлее, но всегда отчетливая				
Плот- ность	Химические свойства, особые при- меты	Сходные минералы	Сопутствую- щие минера- лы	Условия нахож- дения
вато-черная, черная. серо-черный				
6	7	8	9	10
7,3-7,5	Раствор. в HNO ₃ и HCl. Ассоциация, окраска, спай- ность	Танталит, сфалерит, кассите- рит	Касситерит, висмутин, топаз, бе- рилл, флюоо- рит	Высокотемпера- турный гидро- термальный ми- нерал кварцевых жил, грейзенов, пегматитов
7,5-10,6	Раствор. в H ₂ SO ₄ и HCl. Радиоактив- ность, окрас- ка, форма выд.	Ильменит	Монацит, ксенотим, циртолит, алланит, биотит	Гидротермаль- ный минерал, в пегматитах, грейзенах, квар- цевых жилах и цементе конгло- мератов
4,6-4,8	В кислотах не раствор. Окраска, чер- та, слабая магнитность	Магнетит, титано- магнетит, гематит	Магнетит, циркон, ти- танит, фтор- апатит, поле- вые шпаты	Магматический в основных извер- женных породах, амфиболитах, пегматитах; гид- ротермальный в жилах

1	2	3	4	5
*Романешит (псиломелан) $Ba(Mn^{3+}_2, Mn^{4+}_3)O_{10} \times nH_2O$	Моноклинная; натечные, почковидные, плотные агрегаты	Отсутствует. Неровный, скорлуповатый	Темный стально-серый до черного. Коричневаточерная	5-6
Пирролюзит MnO_2	Тетрагональная, землистый, скрытокристаллические агрегаты, призматические кристаллы	Сов. по {110} в двух направл.	Стально-серый, железосерый в кристаллах. Черный в землистых агрегатах. Черная	6-6,5
* Магнетит (магнитный железняк) $Fe^{2+}Fe^{3+}_2O_4$	Кубическая, зернистый, землистый. <i>Мушкетовит</i> - псевдоморфоза по гематиту, кристаллы	Отдельность по {111}. Неровный, раковистый	Черный, темносерый. Черная	5,5-6
* Хромит (хромистый железняк) $FeCr_2O_4$	Кубическая, зернистый, нодулярный, редко кристаллы	Отсутствует. Неровный	Черный, буrowаточерный. Бурая, иногда серая	5,5-7,5

Продолжение таблицы 2

6	7	8	9	10
4,0-4,7	Легко раствор. в HCl с выд. Cl ₂ . Окрашивает пламя в зеленый цвет	Криптомелан, пирролюзит	Пирролюзит, якобит, браунит, гаусманит	Типичный минерал коры выветривания, зоны окисления, морских осадков, редко гидротермальный
4,7-5,2	Растворяется в HCl с выд. Cl ₂ .	Окислы и гидроокислы Mn	Романешит, криптомелан, браунит, родохрозит, гетит	Типичный минерал коры выветривания, зоны окисления, морских осадков, гидротермальный в жилах
4,8-5,3	Раствор. в HCl при нагревании. Сильно магнитен	Ильменит, гематит, хромит	Ильменит, гематит, фторопатит, андрадит, эпидот, диопсид	Магматический в основных изверженных породах; метасоматический в скарнах; железистые кварциты
4,5-4,8	В кислотах раствор. при сплавлении с KHSO ₄ . Бурая черта, высокая твердость, иногда слабо магнитен	Гематит, магнетит, ильменит	Форстерит, серпентин, магнетит, уваровит	Магматический в ультраосновных изверженных породах, россыпях

1	2	3	4	5
* Колумбит (Fe,Mn)Nb ₂ O ₆ (надвидовое название серии твердых рас- творов)	Ромбическая, обычно кри- сталлы, реже радиально-лу- чистые и зер- нистые агре- гаты	Ясная по {010}. Раковистый, неровный	Черный, се- ровато- или коричнева- то-черный. Черная, бу- ровато- черная	6
* Танталит (Fe,Mn)Ta ₂ O ₆ (надвидовое название серии твердых рас- творов)	Ромбическая, обычно кри- сталлы, реже радиально-лу- чистые и зер- нистые агре- гаты	Ясная по {010}. Раковистый, неровный	Красновато- коричневый до черного, в зависимости от содержа- ния Fe, Mn. Темно-крас- ная до чер- ной	6-6,5

2.2. Черта красновато-бурая,
Цвет темно-красный,

X Манганит MnO(OH)	Моноклин- ная, натеч- ные, плотные и зернистые массы, кон- креции, ооли- ты	В. сов. по {010} и сов. по {110}. Неровный	Темный стально-се- рый до желе- зо-черного. Красновато- бурая, бурая	3,5-4
------------------------------	---	---	---	-------

Продолжение таблицы 2

6	7	8	9	10
4,9-5,4	В кислотах не раствор., ча- стично в H ₂ SO ₄ при кипячении. По форме кристаллов, ассоциации, цвету	Самарс- кит, иль- менит, вольфра- мит	Магнетит, ильменит, альмандин, циркон, ксе- нотим	Магматический в кислых и щелоч- ных извержен- ных породах и их пегматитах
6,4-8,2	В кислотах не раствор. Mn-разности имеют крас- ные рефлек- сы, прозрачны	Колум- бит, са- марскит, ильме- нит, вольфра- мит	Сподумен, поллуцит, лепидолит, берилл, эльба- ит	В гранитных пегматитах

желтовато-бурая, зеленовато-серая.
темно-бурый, черный

4,2-4,3	Раствор. в конц. H ₂ SO ₄ и конц. HCl с выд. хлора. Цвет черты и твердость	Гетит, гаусма- нит, бра- унит	Родохрозит, пирролюзит, гетит, романе- шит, браунит, барит	В осадочных м-ниях марганца, реже низкотем- пературный гид- ротермальный минерал
---------	---	--	--	---

1	2	3	4	5
* Сфалерит (цинковая обманка) ZnS Fe - <i>мармит</i>	Кубическая, зернистый, скорлуповатый, коллоидный, землистый, часто кристаллы	Сов. по {110} в шести направл.	Бурый, черный, красновато-бурый, желтый, зеленый. Бурая, желтовато-бурая	3,5-4
X Гюбнерит Mn(WO ₄)	Моноклинная, зернистые и радиально-лучистые агрегаты и призматические кристаллы	Сов. по {010} в одном направл. Неровный	Красновато-бурый до коричневатого. Желтовато-бурая до красновато-коричневой	4-4,5
* Гейкелит MgTiO ₃	Тригональная, отдельные зерна и сплошные массы, редко кристаллы	Ясная по {10 $\bar{1}$ 1}, отдельность по {0001}. Раковистый	Красно-бурый до черного. Буровато-красная	5
* Гетит FeO(OH)	Ромбическая, почковидные, натечные выделения параллельно-волокнистого строения	Сов. по {010} и менее сов. по {100}. Занозистый, неровный	Желтовато-бурый до черного. Желтовато-бурая, бурая	5-5,5

Продолжение таблицы 2

6	7	8	9	10
3,9-4,1	Раствор. в конц. HNO ₃ с выд. серы, в HCl с выд. H ₂ S. Форма кристаллов и спайность	Вольфрамит, вюрцит	Галенит, халькопирит, пирит, блеклые руды, кальцит, кварц	Гидротермальный минерал широкого диапазона температур
7,1-7,3	Разлагается в горячих конц. H ₂ SO ₄ и HCl. Форма зерен, окраска, спайность	Сфалерит, касситерит	Триплит, висмутин, шеелит, касситерит, молибденит	Высокотемпературный гидротермальный минерал, грейзены и пегматиты
3,8-4,1	В кислотах не растворяется. В тонких осколках просвечивает красным. Редок	Пирофанит, ильменит	Шпинель, циркон, хромит, диопсид, форстерит	Магматический в ультраосновных изверженных породах, в россыпях, реже гидротермальный
4,1-4,3	Медленно раствор. в HCl. Параллельно-волокнистое строение и желтый оттенок черты	Гематит, лепидокрокит	Гематит, лепидокрокит, кальцит	Гипергенный минерал зоны окисления и коры выветривания; осадочные образования, реже гидротермальный

1	2	3	4	5
* Гематит (железный блеск) Fe ₂ O ₃	Тригональ- ная, плотные зернистые, тонкочешуй- чатые, плас- тинчатые, на- течные агре- гаты (<i>крова- вик</i>) и крис- таллы	Отдельность по {0001} и {10 $\bar{1}$ 1}· Раковистый	Стально- серый до черного, землистые агрегаты - буровато- красные. Вишнево- красная	5-6

6	7	8	9	10
5,0-5,3	Раствор. в конц. HCl. Специфичес- кая черта, цвет и маг- нитен после прокаливания	Вольфра- мит, хро- мит	Магнетит, кварц, ру- тил, сиде- рит, шамо- зит, ильме- нит	В железистых кварцитах, скар- нах, жилах аль- пийского типа и кварцевых, коре выветривания

3. Минералы с алмазным блеском. или прозрачные в				
Название, химический состав	Сингония, облик кристаллов и строение агрегатов	Спайность, излом	Цвет, черта	Твердость
1	2	3	4	5
3.1. Черта ор Цвет минерала оранжев				
X Реальгар AsS	Моноклинная, зернистые агрегаты, налеты, призматические кристаллы	Сов. по {010} в одном направл. Полураковистый	Огненно-красный до оранжево-желтого. Оранжево-красная, огненно-красная	1,5-2
X Киноварь HgS	Тригональная, зернистые агрегаты, сплошные порошковые массы, реже кристаллы	Сов. по {10 $\bar{1}$ 0} в трех направл. Неровный	Ярко-красный, коричневатокрасный. Ярко-красная	2-2,5
# Крокоит Pb(CrO ₄)	Моноклинная, массивные агрегаты, призматические и игольчатые кристаллы	Ясная по {110} в двух направл. Раковистый, неровный	Гиацинтовокрасный, оранжево-красный. Желтовато-оранжевая	2,5-3

Бесцветные или цветные, идеально прозрачные той или иной степени				
Плотность	Химические свойства, особые приметы	Сходные минералы	Сопутствующие минералы	Условия нахождения
6	7	8	9	10
анжевая, красная. евый, красный до черного				
3,56	Разлагается в HNO ₃ с выд. S, в HCl выпадают желтые хлопья. Окраска и ассоциация	Крокоит. Киноварь	Аурипигмент, стибнит, киноварь, сажистый пирит	Низкотемпературный гидротермальный минерал. В жилах и вулканических возгонах
8,0-8,2	Разлагается царской водкой. При нагревании сублимирует. Цвет, спайность, высокая плотность	Куприт, кермезит	Антимонит, пирит, реальгар, арсенопирит	Низкотемпературный гидротермальный минерал. Преимущественно в жилах
6,0-6,1	Раствор. в HCl с выд. Cl и PbCl ₂ . Ассоциация и окраска	Реальгар, фенхроит	Вокеленит, пироморфит, миметезит, церуссит	Зона окисления свинцовых м-ний

1	2	3	4	5
* Куприт Cu ₂ O	Кубическая, мелкозернистый, порошковатый, кубические и столбчатые кристаллы - вискеры	До ясной по {111}. Неровный, раковистый	Темно-красный, кирпично-красный до черного. Буровато-красная	3,5-4
* Лепидокрокит (рубиновая слюдка) FeO(OH)	Ромбическая, мелкочешуйчатый, радиально-пластинчатый, таблитчатые кристаллы	Сов. по {010} и {001} в двух направл. Неровный	Рубиново-красный, вишнево-красный. Оранжево-красная	4-5

3.2. Черта желтая, Цвет минералов желтый, коричневый

* Сера S	Ромбическая, зернистые, порошковатые, сливные агрегаты и ди-пирамидальные кристаллы	Несов. по {001}, {110}. Раковистый, неровный	Серно-желтый, медово-желтый, зеленовато- и буровато-желтый. Белая	1-2
* Ферримолибдит Fe ₂ (MoO ₄) ₃ ××7H ₂ O	Ромбическая, радиально-волокнистые и порошковатые агрегаты	Сов. по {001}. Неровный	Канареечно-желтый, зеленовато-желтый. Бледно-желтая	1-2

Продолжение таблицы 3

6	7	8	9	10
5,9-6,2	Легко раствор. в HNO ₃ . Ассоциация со вторичными минералами меди	Киноварь, прустит. Пираргирит	Медь, малахит, гетит, псевдомалахит	Зона богатых окисных руд медносульфидных м-ний
3,8-4,1	Раствор. в HCl. Красноватый оттенок черты и парагенезис	Гетит, гематит	Гетит, гематит, пирит	В бурых железняках зоны окисления, бокситах, почвах

светло-желтая, белая. до черного, иногда бесцветный

2,1	Легко горит. Раствор. в сероуглероде и скипидаре. Цвет, хрупкость, блеск, горючесть	Розицкит, аурипигмент	Гипс, ангидрит, галит, кальцит, арагонит	В вулканических отложениях, осадочных породах и зоне окисления сульфидных м-ний
4,5	Раствор. в кислотах. Форма выд. и развитие по молибдениту	Ярозит, ферротунгстит	Молибденит, вольфрамит, полевой шпат	Зона окисления молибденовых м-ний

1	2	3	4	5
* Тюямунит Ca(UO ₂) ₂ × × (VO ₄) ₂ × × 8H ₂ O	Ромбическая, чешуйчатые и пластинча- тые агрегаты	Сов. по {001} в од- ном направл.	Канареечно- желтый, зе- леновато- желтый. Желтая	1-2
X Аурипиг- мент As ₂ S ₃	Моноклин- ная, пластин- чатые и во- локнистые агрегаты, порошкова- тые массы, кристаллы	В. сов. по {010} в од- ном направл.	Золотисто- желтый, ли- монно- желтый. Светло- желтая	1,5-2
X Ванадинит Pb ₅ (VO ₄) ₃ Cl	Гексагональ- ная, мелко- зернистые корочки и призматичес- кие кристал- лы	Раковистый, неровный	Оранжево- красный, коричнево- красный, коричнево- желтый. Бледно- желтая	2,5-3
* Ярозит KFe ₃ (SO ₄) ₂ × × (OH) ₆	Тригональ- ная, тонкоче- шуйчатые плотные аг- регаты, ром- боэдрические кристаллы	В. сов. по {0001} в одном нап- равл.	Охристо- желтый до коричнево- желтого. Желтая	2,5-3,5

Продолжение таблицы 3				
6	7	8	9	10
3,7-4,5	Раствор. в кислотах. Цвет, форма выд.	Карнотит, урановые слюдки	Карнотит, уранинит, коффинит, роскоэлит	Зона окисления урановых м-ний и терригенные оса- дочные породы (песчаники)
3,5	Раствор. цар- ской водке и щелочах с выпадением бурого осад- ка. Цвет, низкая твердость и спайность	Сера	Реальгар, стибнит, пирит, арсе- нопирит, гетчеллит	Низкотемператур- ные гидротер- мальные м-ния и отложения горя- чих источников
6,5-7,1	Легко раство- ряется в HCl и HNO ₃ Форма кри- сталлов, цвет и ассоциация	Миметит	Миметит, пиромор- фит, деклуа- зит, церус- сит, вульфен- нит	Зона окисления свинцовых м-ний
3,1-3,3	Раствор. в кислотах. Жирный на ощупь	Гетит, ли- монит	Лимонит, гематит, гетит	Зона окисления сульфидных м-ний

1	2	3	4	5
* Церуссит Pb(CO ₃)	Ромбическая, зернистые и натечные агрегаты, пластинчатые и бипирамидальные кристаллы	Ясная по {110} и {021}. Раковистый	Бесцветный, белый, серый, желтый. Белая	3-3,5
* Сфалерит (цинковая обманка) ZnS	Кубическая, зернистый, реже землистый (<i>брункит</i>), тетраэдрические кристаллы	Сов. по {110} в шести направл. Раковистый	Желтый, зеленый (<i>клеюфан</i>), красный, бурый. Светло-желтая	3,5-4
* Пироморфит Pb ₅ (PO ₄) ₃ Cl	Гексагональная, зернистые агрегаты и призматические кристаллы	Неровный	Желтый, желтовато-зеленый, бурый. Белая	3,5-4
* Шеелит Ca(WO ₄)	Тетрагональная, зернистые агрегаты и дипирамидальные кристаллы	Ясная по {101}. Неровный	Белый, серый, бледно-желтый, оранжево-красный. Белая	4,5-5

Продолжение таблицы 3

6	7	8	9	10
6,5	Раствор. в кислотах с выд. CO ₂ . Форма кристаллов, блеск, плотность и ассоциация	Англезит	Англезит, смитсонит, вульфенит, малахит, галенит	Зона окисления свинцовых м-ний
3,9-4,1	Раствор. в конц. HNO ₃ с выд. S, в HCl с выд. H ₂ S. Форма кристаллов, спайность и блеск	Грино-кит, вюрцит	Галенит, блеклая руда, халькозин, борнит	В полиметаллических м-ниях, в известняках и колчеданных рудах
7,0-7,1	Раствор. в кислотах. Легко плавится, после охлаждения приобретает полиэдрическую форму	Миметит, ванадинит	Церуссит, гетит, крокоит, воке-ленит, вульфенит	Зона окисления свинцовых м-ний
5,8-6,2	Раствор. в HCl с выд. WO ₃ Плотность, форма кристаллов, люминесцирует в УФ-лучах	Кварц	Вольфрамит, касситерит, гранат, эпидот, флюорит	Кварцевые жилы и скарны

1	2	3	4	5
* Пирохлор NaCaNb ₂ O ₆ F	Кубическая, мелкокристаллические агрегаты и октаэдрические кристаллы	Отдельность по {111} Раковистый	Желто-бурый, янтарно-желтый, зелено-вато-желтый. Светло-желтая	5-5,5
* Анализ TiO ₂	Тетрагональная, остроидипирамидальные кристаллы, зернистые агрегаты	Сов. по {001} и {111} в пяти направл. Раковистый	Синий до черного, лимонно-желтый, красновато-коричневый. Белая	5-6
* Брукит TiO ₂	Ромбическая, уплощенные призматические кристаллы	Несов. по {110}. Раковистый	Желтый, желтовато-коричневый до черного. Белая до бледно-желтой	5,5-6
* Рутил TiO ₂	Тетрагональная, призматические и игольчатые кристаллы, коленчатые двойники и зернистые агрегаты	Сов. по {110} в двух направл. Раковистый, неровный	Светло-желтый, красновато-бурый до черного (<i>нигрин</i>). Светло-желтая до бледно-коричневой	6-6,5

Продолжение таблицы 3

6	7	8	9	10
4,2-5,0	С трудом раствор. в HCl. Разлагается в конц. H ₂ SO ₄ . Форма кристаллов, цвет	Циркон, шеелит, перовскит	Циркон, ильменит, аннит, апатит, титанит, алланит	Нефелиновые сиениты, альбитизированные граниты, щелочные основные породы и карбонатиты
3,9-4,0	В кислотах не раствор. Цвет и форма кристаллов	Касситерит, рутил	Адуляр, брукит, ильменит, титанит, апатит	Жилы альпийского типа, акцессорный минерал магматических и метаморфических пород
4,0-4,1	В кислотах не раствор. Уплощенная форма кристаллов, цвет и ассоциация	Рутил	Анализ, титанит, адуляр, рутил, ильменит	Жилы альпийского типа, акцессорный минерал метаморфических пород
4,2-4,3	В кислотах не раствор. Широко распространен. Форма кристаллов, твердость	Касситерит, циркон, турмалин	Апатит, ильменит, брукит, гематит	В апатитовых жилах и гнездах, в основных изверженных и метаморфических породах и кварцевых жилах

1	2	3	4	5
X Касситерит SnO ₂	Тетрагональная, призматические кристаллы, зернистые и коллоидные агрегаты (<i>деревянистое олово</i>)	Несов. по {110} и {100}. Полураковистый, неровный	Желтый, красноватобурый до коричневого. Белая до темно-бурой	6-7
* Циркон Zr [SiO] ₄	Тетрагональная, обычно призматические или дипирамидальные кристаллы, иногда метамиктные	Несов. по {110} и {111}. Раковистый	Желтый (<i>жаргон</i>), желто-бурый, красный (<i>гиацит</i>), красно-коричневый. Белая до светло-желтой	7-7,5
X Алмаз C	Кубическая, округлые кристаллы, зернистые сростки (<i>борт, баллас, карбонадо</i>)	Сов. по {111} в четырех направл. Раковистый	Бесцветный, голубой, желтый, зеленый, розовый, коричневый до черного. Белая	10

Окончание таблицы 3				
6	7	8	9	10
6,8-7,0	Зерна при кипячении с цинком в HCl покрываются пленкой олова. Плотность, форма кристаллов	Рутил, циркон	Вольфрамит, касситерит, висмутин, арсенопирит, шеелит	В кварцевых и пегматитовых жилах, грейзенах, скарнах, кислых магматических породах и россыпях
3,9-4,6	Слабо разлагается в конц. H ₂ SO ₄ . Преимущественно в кристаллах, люминесцирует в УФ-лучах, иногда радиоактивен	Рутил, касситерит, монацит	Монацит, ксенотим, титанит, алланит, аннит, ильменит	Акцессорный минерал кислых и щелочных изверженных пород и их пегматитов, россыпи
3,5-3,6	В кислотах не растворяется. Форма кристаллов, блеск, ассоциация, люминесценция в УФ и рентгеновских лучах	Лонсдейлит, муассанит	Пироп, гейкелит, хромдиопсид, форстерит, флогопит	Кимберлитовые и лампроитовые трубки взрыва, россыпи

Таблица 4

4. Минералы со стекляннм блеском. Черта чаще белая, реже светлоокрашенная, минерал				
Название, химический состав	Сингония, облик кри- сталлов и строение агре- гатов	Спайность, излом	Цвет, черта	Твер- дость
1	2	3	4	5
4.1. Черта имеет отчетливую окраску: Цвет минерала аналогичен цвету				
* Вивианит $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \times 8\text{H}_2\text{O}$	Моноклинная, землистые агрегаты, конкреции, стяжения, призматические до игольчатых кристаллы	Сов. по {010} в одном направл. Неровный	Свежий - бесцветный, на воздухе быстро синет до синего. Голубоватая до синей	1,5-2
* Эритрин $\text{Co}_3(\text{AsO}_4)_2 \times 8\text{H}_2\text{O}$	Моноклинная, землистые агрегаты, выцветы, налеты, призматические и игольчатые кристаллы	Сов. по {010} в одном направл. Неровный	Малиново-красный, персиково-красный, бледно-розовый. Бледно-розовая, розовая	1,5-2,5

Прозрачные в той или иной степени. белеет в том месте, с которого получена черта				
Плот- ность	Химические свойства, особые при- меты	Сходные минералы	Сопут- ствующие минералы	Условия нахождения
6	7	8	9	10
зеленую, голубую, синюю, розовую. черты или несколько светлее				
2,68	Легко раствор. в кислотах. Окраска и приуроченность к органическим остаткам		Анапаит, фосфаты железа и марганца	Осадочные железорудные м-ния, торфяники
3,0-3,1	Раствор. в кислотах, окрашивая раствор в розовый цвет. Окраска и развитие по арсенидам и сульфоарсенидам	Родохрозит	Кобальтин, сафлорит, скуттерудит, аннабергит, кальцит	Зона окисления арсенидных и сульфоарсенидных м-ний кобальта и никеля

1	2	3	4	5
* Глауконит $K(Fe^{+3}Mg) \times [AlSi_3O_{10}] \times (OH)_2$	Моноклинная, землистые массы, червеобразные и шаровидные мелкие стяжения	В. сов. по {001}	Зеленый, зеленовато-бурый до зеленовато-черного. Зеленая	2-3
* Аннабергит $Ni_3(AsO_4)_2 \times 8H_2O$	Моноклинная, землистые агрегаты, выцветы, налеты, призматические и игольчатые кристаллы	Сов. по {010}. Неровный	Яблочно-зеленый, грязно-зеленый до белого. Бледно-зеленая до белой	2,5-3
* Малахит $Cu_2(CO_3)(OH)_2$	Моноклинная, натечные, почковидные и радиально-лучистые агрегаты, редко призматические кристаллы	Сов. по {201} и {010}. Неровный раковистый	Ярко-зеленый, темно-зеленый до черного-зеленого. Бледно-зеленая	3,5
* Азурит $Cu_3(CO_3)_2 \times (OH)_2$	Моноклинная, зернистые и землистые агрегаты и таблитчатые кристаллы	Сов. по {001} ясная по {100}. Раковистый	Лазурно-синий до темно-синего, голубой в землистых агрегатах. Голубая	3,5-4

Продолжение таблицы 4

6	7	8	9	10
2,4-3	Разлагается в HCl с образованием скелета SiO ₂ . Цвет, форма выд. и парагенезис	Хлориты, селадонит	Селадонит, слоистые силикаты	В осадочных терригенных горных породах и почвах
3,0-3,2	Раствор. в кислотах, окрашивая раствор в нежно-зеленый цвет. Окраска и развитие по арсенидам и сульфоарсенидам никеля	Моренозит	Симплезит, моренозит, малахит, адамин, эритрин	Зона окисления арсенидных и сульфоарсенидных м-ний кобальта и никеля
4,0-4,1	Легко раствор. в кислотах с выделением CO ₂ . Широко распространен, положительная реакция на CO ₂	Атакамит, адамин	Медь, куприт, азурит, хризоколла	Зона окисления медных м-ний
3,7-3,9	Легко раствор. в кислотах с выд. CO ₂ . Окраска, форма кристаллов и ассоциация	Линарит	Малахит, куприт, тенорит, кальцит, хризоколла	Зона окисления медных м-ний

1	2	3	4	5
X Людвигит (Mg,Fe) ₂ Fe ⁺³ × × [BO ₃]O ₂	Ромбическая, шестоватые и тонкоигольчатые агрегаты, сплошные зернистые массы	Неровный, занозистый	Темно-зеленый до черного. Зеленовато-серая, серая	5
X Лазурит Ca ₂ Na ₆ × ×[AlSiO ₄] ₆ × ×(SO ₄ ,S ₂) ₂	Кубическая, зернистые агрегаты, редко ромбо-додекаэдрические кристаллы	Несов. по {110}. Неровный	Голубой, ярко-синий, сине-фиолетовый, темно-синий. Голубая	5,5-6
4.2. Черта имеет зеленоватый или Преобладающая окраска минералов				
* Шамозит (Fe ₅ Al)× ×[Al Si ³ ₈ O ₁₀]× ×(OH) ₈	Моноклинная, листоватые, мелко- и тонкочешуйчатые агрегаты	В. сов. по {001}	Темно-зеленый до черного. Серо-зеленая	2,5-3
* Биотит K(Mg,Fe) ₃ × ×[AlSi ₃ O ₁₀] (OH) ₂ Промежуточный член ряда флогопит—аннит	Моноклинная, чешуйчатые и пластинчатые агрегаты, столбчатые и пластинчатые кристаллы	В. сов. по {001} в одном направл.	Черный с зеленоватым, красноватым или золотистым оттенком. Коричневая	2-3

Продолжение таблицы 4				
6	7	8	9	10
3,6-4,7	Раствор. в кислотах. Форма выделения, ассоциация	Шерл, геденбергит	Гумит, форстерит, диопсид, магнетит	Контактово-метасоматические м-ния
2,4-2,5	Раствор. в кислотах с выд. студенистого кремнезема и сероводорода. Цвет, ассоциация	Содалит, вишневит, но-зеан	Кальцит, диопсид, скаполит, пирит	Контакт щелочных изверженных пород и известняков
сероватый оттенок, выраженный неясно. зеленая, темно-зеленая, черная				
3,0-3,4	Раствор. в HCl с выд. студенистого SiO ₂ . Форма выд., цвет, сплавляется в черное стекло	Гриналит	Сидерит, марказит	Осадочные железорудные м-ния
3,0-3,1	Разлагается в H ₂ SO ₄ с образованием скелета SiO ₂ . Цвет, упругость листочков и ассоциация	Аннит, флогопит	Полевые шпаты, титанит, циркон, кварц	Кислые и средние магматические горные породы и их пегматиты, метаморфические породы

1	2	3	4	5
*Паргасит NaCa ₂ (Mg ₄ Al)× ×[Al ₂ Si ₆ O ₂₂]× ×(OH) ₂	Моноклинная, шестоватые и зернистые агрегаты	Сов. по {110} в двух направл. под углом 124°. Неровный	Светло-зеленый, серо-зеленый до зеленовато-черного. Зеленовато-серая	5-6
*Гастингсит NaCa ₂ (Fe ₄ ²⁺ Fe ³⁺)× ×[Al ₂ Si ₆ O ₂₂]× ×(OH) ₂	Моноклинная, шестоватые и зернистые агрегаты, несовершенные кристаллы	Сов. по {110} в двух направл. под углом 124°. Неровный	Зеленовато-коричневый, коричневый до зеленовато-черного. Серо-зеленая	5-6
* Гиперстен (Fe,Mg) ₂ [Si ₂ O ₆] Обогащенный железом энстатит	Ромбическая, плотные зернистые агрегаты, пластинчатые срастания с клинопироксенами	Сов. по {110} в двух направл. под углом 88°. Неровный	Темно-зеленый, серовато-черный, томпаково-бурый. Серая, коричневато-серая	5-6
* Арфведсонит NaNa ₂ (Fe ₄ Fe) ₄ × × [Si ₈ O ₂₂](OH) ₂	Моноклинная, радиально-лучистые, шестоватые агрегаты; призматические и игольчатые кристаллы	Сов. по {110} в двух направл. под углом 124°. Неровный, занозистый	Зеленый, зеленовато-черный, черный. Зеленовато-серая, голубовато-серая	5,5-6

Продолжение таблицы 4

6	7	8	9	10
3,0-3,2	В кислотах не раствор. Цвет, ассоциация и оптические константы	Гастингсит	Кальцит, доломит, форстерит, диопсид, флогопит	Метаморфизованные карбонатизированные ультраосновные породы, скарны, эклогиты
3,1-3,3	В кислотах не раствор. Цвет, ассоциация и оптические константы	Паргасит	Пироксен, форстерит, плагиоклаз, ильменит, апатит	Основные магматические, метаморфические и метасоматические породы
3,4-3,7	Частично раствор. в HCl. Сплавляется в черную эмаль Форма зерен, угол между плоскостями спайности	Энстатит, бронзит	Авгит, салилит, плагиоклаз, гастингсит, магнетит, биотит	Породообразующий минерал магматических и метаморфических пород
3,0-3,5	В кислотах не раствор. Легко плавится в магнитное стекло Форма зерен, окраска, спайность, ассоциация	Гастингсит, эгирин	Эгирин, гастингсит, куммингтонит, микроклин, плагиоклаз	Щелочные изверженные породы и их пегматиты, щелочные граниты, карбонатиты, метасоматиты

1	2	3	4	5
*Авгит (Ca,Na)× ×(Mg,Fe,Al,Ti)× ×[(Si,Al) ₂ O ₆] Разновидность диопсида	Моноклинная, сплошные зер- нистые массы, короткопризма- тические крис- таллы	Сов. по {110} и от- дельность по {100}. Раковистый, неровный	Зеленый, черно-зеле- ный до чер- ного. Зеленовато- бурая	5,5-6
*Актинолит Ca ₂ (Mg,Fe ²⁺) ₅ × ×[Si ₈ O ₂₂] (OH) ₂ железистый тре- молит	Моноклинная, шестоватые, тонколучистые и волокнистые (асбест) агре- гаты, плотные массы - <i>нефрит</i>	Сов. по {110} в двух направл. под углом 124°. Неровный, занозистый	Зеленый, серовато- зеленый, голубовато- зеленый. Белая до бледно- зеленой	5-6
*Алланит-(Ce) (ортит) CaCeFe ²⁺ Al ₂ × ×[SiO ₄][Si ₂ O ₇]× ×O(OH)	Моноклинная, сливные агре- гаты, пластин- чатые, доско- видные кри- сталлы	Отсутствует. Неровный, раковистый	Темно- зеленый, смоляно- черный, светло- коричневый. Серая, свет- ло-зеленая	5,5-6
* Диопсид CaMg[Si ₂ O ₆]	Моноклинная, зернистые, ше- стоватые и ра- диально-лу- чистые агрега- ты, призматиче- ские кристал- лы	Сов. по {110} в двух направл. под углом 88°, отдельность по {100}. Неровный	Светло-зеле- ный, серо- фиолетовый, розовый, белый. Белая до бледно- зеленой	5,5-6

Продолжение таблицы 4				
6	7	8	9	10
3,2-3,6	Частично раз- лагается в HCl. По форме крис- таллов в эффу- зивах или опти- чески	Диопсид	Плагио- клаз, оли- вин, магне- тит, пажо- нит	Породообразую- щий минерал маг- матических по- род, в гнейсах и кварцитах
3,1-3,2	В кислотах не раствор. Пла- вится с трудом в серо-зелено- ватое стекло. Окраска, форма кристаллов и ассоциация	Тремо- лит, эпи- дот, тур- малин	Альбит, эпидот, клинохлор, кальцит, доломит, глаукофан	Породообразую- щий минерал зеле- носланцевой фа- ции метаморфиз- ма
3,3-4,2	Раствор. в HCl с выд. порош- коватого SiO ₂ . Нередко радио- активен. Форма кристал- лов, цвет, ра- диоактивность.	Меланит, стенстру- пин	Альбит, апатит, флюорит, аннит, га- стингсит, магнетит	Акцессорный ми- нерал гранитов и сиенитов, их пег- матитов, карбона- титы
3,2-3,4	Слабо раствор. в HCl. Форма кристал- лов и окраска	Геденбер- гит, ги- перстен	Кальцит, флогопит, апатит, магнетит, клинохлор, шпинель	Породообразую- щий минерал маг- матических пород, их пегматитов, метаморфических пород, скарнов

1	2	3	4	5
* Геденбергит CaFe[Si ₂ O ₆]	Моноклинная, крупношестоватые и радиально-лучистые агрегаты, иногда зонально-концентрические	Сов. по {110} в двух направл. под углом 88°, отдельность по {100}. Неровный	Темно-зеленый до черно-зеленого. Светло-серая с зеленоватым оттенком	5,5-6,5
* Глаукофан Na ₂ Mg ₃ Al ₂ × ×[Si ₄ O ₁₁] ₂ × ×(OH) ₂	Моноклинная, шестоватые и волокнистые (<i>асбест</i>) агрегаты, призматические кристаллы	Сов. по {110} в двух направл. под углом 124°. Занозистый, неровный	Серо-синий, ярко-синий, голубовато-черный. Голубовато-серая	6-6,5
* Эгирин NaFe[Si ₂ O ₆]	Моноклинная, радиально-лучистые, спутанно-волокнистые агрегаты, реже игольчатые кристаллы	Сов. по {110} в двух направл. под углом 88°. Занозистый, неровный	Светло-зеленый, зеленовато-черный до черного. Светло-зеленая	6-6,5
* Жадит NaAl[Si ₂ O ₆]	Моноклинная, плотные агрегаты спутанно-волокнистого строения, зернистые массы	Сов. по {110} в двух направл. под углом 88°. Неровный до занозистого	Белый, серый, зеленовато-серый, зеленый, синий. Белая	6-6,5

Продолжение таблицы 4

6	7	8	9	10
3,4-3,6	Частично разлагается в HCl. Легко сплавляется в черный магнитный шарик. Спайность и ассоциация	Людовигит, шерл	Фаялит, магнетит, кварц, ильваит, полевые шпаты	Породообразующий минерал оливинсодержащих сиенитов, железистых кварцитов, скарнов
3,0-3,3	В кислотах не раствор. Окраска и нахождение в метаморфических породах	Рибекит, рихтерит	Эпидот, альмандин, альбит, лавсонит, пумпеллиит	Кристаллические сланцы, эклогиты, метасоматиты
3,4-3,7	В кислотах не раствор. Форма кристаллов, окраска, спайность, ассоциация	Арфведсонит, энигманит	Полевые шпаты, нефелин, корунд, магнетит	Кислые и щелочные породы, их пегматиты, железистые кварциты, гидротермалиты
3,1-3,4	В кислотах не раствор. Форма выд., окраска, высокая вязкость	Нефрит	Альбит, анальцим, натролит, эпидот, цоизит	Метаморфические породы, контактово-метасоматические тела, ультраосновные породы

1	2	3	4	5
*Хлоритонд $\text{FeAl}_2[\text{SiO}_4]\text{O} \times (\text{OH})_2$	Моноклинная, чешуйчатые агрегаты, плохо ограненные порфиро-бласты	Сов. по {001} в одном направл. Неровный	Темно-зеленый, зелено-вато-черный. Светло-зеленая, зеленова-то-серая	6,5
* Фаялит $\text{Fe}_2[\text{SiO}_4]$	Ромбическая, зернистые агрегаты, редко призматические кристаллы	Ясная по {100}, {010}. Раковистый, неровный	Темно-зеленый до черного, темно-бурый. Зеленовато-серая	6-6,5
*Оливин $(\text{Fe,Mg})_2[\text{SiO}_4]$ Промежуточный член ряда фор-стерит—фаялит	Ромбическая, зернистые агрегаты, редко призматические кристаллы	Ясная по {100}, {010}. Раковистый, неровный	Оливково-зеленый, травянисто-зеленый. Бледная зелено-вато-серая	6,5-7
* Шерл $\text{NaFe}^{2+}_3\text{Al}_6 \times [\text{Si}_6\text{O}_{18}] \times (\text{BO}_3)_3(\text{OH})_4$	Тригональная, шестоватые, радиально-лучистые, зернистые агрегаты; призматические кристаллы	Отсутствует. Раковистый, неровный	Зеленовато-черный, черный. Зеленовато-серая, серая	7-7,5

Продолжение таблицы 4

6	7	8	9	10
3,5-3,6	Разлагается в H_2SO_4 . Сплавляется в черное слабомagnetное стекло. Высокая твердость и плотность, ассоциация	Клино-хлор, клинто-нит	Биотит, альмандин, кварц, мусковит, ильменит, эпидот	Метаморфические породы, роговики, кварцевые жилы
4,39	Раствор. в HCl с выд. студенистого SiO_2 . Сплавляется в магнитный шарик. Цвет, твердость, ассоциация	Оливин	Флогопит, шорломит, перовскит, апатит, мелилит	Кислые и щелочные породы, их пегматиты, железорудные скарны, карбонатиты
3,6-4,1	Раствор. в кислотах с выд. студенистого SiO_2 . Цвет, твердость, ассоциация	Гиперстен, авгит	Хромит, серпентин, диопсид, энстатит, магнетит	Ультраосновные и основные породы, кимберлиты
2,9-3,2	В кислотах не раствор. Легко сплавляется в темно-коричневую эмаль. Форма поперечного сечения, твердость	Эгирин, людовигит	Кордиерит, кварц, ортоклаз, биотит, апатит, магнетит	Кислые и щелочные изверженные и метаморфические породы и их пегматиты, грейзены, кварцевые жилы, скарны

4.3. Черта Тведость				
1	2	3	4	5
* Тальк $Mg_3[Si_4O_{10}] \times (OH)_2$	Моноклинная, листоватые, чешуйчатые и скрытокристаллические (<i>стеатит</i>) агрегаты	В. сов. по {001} в одном направл. Неровный	Бледно-зеленый, белый с желтоватым или розоватым оттенком	1
* Пирофиллит $Al_2[Si_4O_{10}] \times (OH)_2$	Моноклинная, листоватые, чешуйчатые и скрытокристаллические (<i>агальматолит</i>) агрегаты	В. сов. по {001} в одном направл. Неровный	Белый, светло-зеленый, буроватый, красноватый	1-1,5
* Нонтронит $Na_{0,33}Fe^{3+}_2 \times [(Si,Al)_4O_{10}] \times (OH)_2 \times nH_2O$	Моноклинная, пластинчатые и землистые агрегаты	В. сов. по {001}. Неровный	Желтовато-зеленый до буро-зеленого и темно-бурого	1-2
* Монтмориллонит $(Na_{0,33} \cdot nH_2O) \times (Al_{1,67}Mg_{0,33}) \times [Si_4O_{10}](OH)_2$	Моноклинная, землистые агрегаты	В. сов. по {001}. Ровный	Белый, розовый, красный	1-2

белая 1 - 3				
6	7	8	9	10
2,7-2,8	В кислотах не раствор. Твердость, жирный на ощупь	Пирофиллит, каолинит	Тремолит, флогопит, серпентин, доломит, гематит	Гидротермально измененные ультраосновные породы и контактово-измененные карбонатные породы
2,7-2,9	Раствор. в кислотах. Твердость, жирный на ощупь, ассоциация	Тальк, каолинит	Каолинит, монтмориллонит, хлорит, кварц	В метаморфических породах, во вторичных кварцитах и кварцевых жилах
2,3-2,5	Раствор. в кислотах. Окраска и условия нахождения	Сапонит, монтмориллонит	Монтмориллонит, магнезит, арагонит, кварц	Кора выветривания ультраосновных пород
2,1-2,3	Раствор. в кислотах. Жирный на ощупь, сильно разбухает в воде, становится пластичным	Каолинит, галлуазит	Иллит, хлорит, каолинит, галлуазит, палыгорскит, сепиолит	Кора выветривания вулканических пород, продукты изменения околорудных пород, почвы

1	2	3	4	5
* Гипс Ca(SO ₄)×2H ₂ O	Моноклинная, зернистые, волокнистые (<i>селенит</i>) агрегаты	Сов. по {010} в одном направл. Ясная по {100}. Ровный, до занозистого	Бесцветный, белый, голубоватый, розовый, желтый, оранжевый	2
* Сильвин KCl	Кубическая, зернистые, землистые, волокнистые, шестоватые агрегаты, натски, выцветы	Сов. по {100} в трех направл. Раковистый	Бесцветный, белый, голубой, желтый, красный	2
* Галит NaCl	Кубическая, зернистые агрегаты, столактиты	Сов. по {100} в трех направл. Раковистый	Бесцветный, белый, синий, желтый, красный	2-2,5
* Каолинит Al ₂ [Si ₂ O ₅] × × (OH) ₄	Триклинная, тонкочешуйчатые, землистые агрегаты	В. сов. по {001}. Плоскораконистый	Белый, серый, бурый	2-2,5

Продолжение таблицы 4				
6	7	8	9	10
2,3	Слабо раствор. в воде, растворяется в HCl. Спайность, твердость, отсутствие реакции на CO ₂	Брушит, бобьерит	Ангидрит, сера, арагонит, кальцит, кварц	Хемогенные осадочные породы, зона окисления сульфидных м-ний, кварцевые жилы и фумаролы
1,993	Раствор. в воде. Окрашивает пламя в фиолетовый цвет. Пластичен, вкус горьковатосоленый	Галит	Ангидрит, галит, кизерит, карналит, каинит, эпсомит, полигалит	Соляные залежи морского происхождения, выцветы на почве, вулканические продукты
2,2	Легко раствор. в воде. Окрашивает пламя в желтый цвет. Спайность, соленый вкус, ассоциация	Сильвин	Сильвин, карналит, лангбейнит, гипс, ангидрит, полигалит	Соляные залежи, солончаки
2,6-2,7	В кислотах не раствор. С водой становится пластичным. Окраска, высокая пластичность, мыльный на ощупь	Монтмориллонит, галлуазит	Монтмориллонит, галлуазит, иллит, польгорскит, сепиолит	Кора выветривания кислых пород

1	2	3	4	5
*Галлуазит $\text{Al}_2[\text{Si}_2\text{O}_5] \times$ $\times (\text{OH})_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Моноклинная, землистые, плотные агрегаты	В. сов. по {001}. Плоскорак- вистый	Белый, го- лубоватый, бурый	2
* Флогопит $\text{KMg}_3 \times$ $\times [\text{AlSi}_3\text{O}_{10}] \times$ $\times (\text{OH})_2$	Моноклинная, пластинчатые, листоватые, чешуйчатые агрегаты	В. сов. по {001} в од- ном направл.	Бесцветный, буровато- желтый, красновато- коричневый	2-2,5
* Карналлит $\text{KMgCl}_3 \times 6\text{H}_2\text{O}$	Ромбическая, зернистые агрегаты, сме- си с галитом, волокнистые образования	Раковистый	Бесцветный, розовый, желтый, красный, бурый	2,5
* Криолит Na_3AlF_6	Моноклинная, зернистые агрегаты	Отдельность по {001} и {110}. Неровный	Бесцветный, белый, серо- ватый, гряз- но-бурый	2,5
* Гиббсит (гидраргил- лит) $\text{Al}(\text{OH})_3$	Моноклинная, землистые аг- регаты, черве- образные выд., оолиты, натечные об- разования	В. сов. по {001} в од- ном нап- равл. Ровный, ра- ковистый	Бесцветный, белый, серо- ватый	2,5-3

Продолжение таблицы 4

6	7	8	9	10
2-2,2	В кислотах не раствор. Генезис и спе- циальные ме- тоды	Каолинит, монтмо- риллонит	Каолинит, бейделлит, иллит, монтморил- ло-нит	Кора выветривания кислых пород и гидротермальные жилы
2,8-3,0	Разлагается в концентриро- ванной H_2SO_4 Ассоциация	Биотит	Диопсид, форстерит, шпинель, гиалофан, гумит, апа- тит	Перидотиты, ким- берлиты, контакто- во-метасоматичес- кие породы и мета- морфизованные карбонатные толщи
1,6	Легко раствор. в воде, сорби- руя ее из ат- мосферы. Вкус горький, жгучий.	Галит, сильвин	Галит, сильвин, ангидрит, кизерит, каинит, эпсомит	В залежах калий- ных солей
2,96	Раствор. в кислотах. Легко пла- вится, окра- шивая пламя в желтый цвет	Хиолит, флюорит	Томсено- лит, колум- бит, пиро- хлор, то- паз, рибе- кит, аль- бит, герксу- тит	Акцессорный мине- рал щелочных гра- нитов и пегматитов
2,3-2,4	Легко раствор. в горячих ще- лочах и H_2SO_4 . Спайность, форма выд., ассоциация	Бёмит, брусит, норст- рандит	Каолинит, галлуазит, аллофан, нефелин	Бокситы, щелочные породы как продукт изменения натроли- та и нефелина

1	2	3	4	5
* Брусит Mg(OH) ₂	Тригональная, чешуйчатые, волокнистые (немалит) агрегаты, натечные выделения, сфероиды	В. сов. по {0001} в одном направл. Чешуйчатый до занозистого	Бесцветный, белый, сероватый, желтоватый, зеленоватый, голубоватый	2,5
* Хризотил Mg ₃ [Si ₂ O ₅] × × (OH) ₄	Моноклинная, волокнистые и параллельно-шестоватые (<i>асбест</i>), плотные агрегаты	В. сов. по {001}. Ровный до раковистого и занозистого	Белый, желтоватый, зеленый разных оттенков	2,5
Лизардит Mg ₃ [Si ₂ O ₅] ² × × (OH) ₄	Моноклинная, тонкозернистые агрегаты	В. сов. по {001}. Ровный до раковистого и занозистого	Зеленый, желтовато-зеленый, темно-зеленый	2,5
* Халькантит Cu(SO ₄) ×5H ₂ O	Триклинная, пластинчатые и зернистые агрегаты, натечные образования	Несов. по {110}. Раковистый	Небесно-голубой до ярко-синего	2,5

Продолжение таблицы 4

6	7	8	9	10
2,4	Легко раствор. в кислотах. В пламени паяльной трубки не плавится. Растворимость в HCl	Гипс, гибсит	Серпентины, периклаз, доломит, арагонит, тальк, гидромагнезит	Метаморфизованные доломиты, мраморы, серпентиниты, известковые скарны
2,55	Раствор. в HCl с образованием волокнистого скелета. Форма выд., окраска, ассоциация	Лизардит, амфиболы, Ni - хлориты	Лизардит, антигорит, тальк, магнетит, брусит, гидромагнезит	Гидротермально измененные гипербазиты и контактово-измененные карбонатно-магнезиальные породы
2,55	Раствор. в HCl с образованием порошковатого SiO ₂ . Высокая распространенность	Хризотил, Ni-хлориты, Ni-монтмориллониты	Хризотил, актинолит, тальк, магнетит, брусит, гидромагнезит	Гидротермально измененные гипербазиты и контактово-измененные карбонатно-магнезиальные породы
2,1-2,3	Легко раствор. в воде. Вкус металлический, вязущий. Окраска и условия нахождения	Пизанит	Мелантерит, пиккеренгит, алуноген, копиапит	Зона окисления медно-колчеданных м-ний

1	2	3	4	5
Клинохлор Mg ₅ Al[AlSi ₃ × ×O ₁₀] (OH) ₈	Моноклинная, таблитчатые, пластинчатые, листоватые, чешуйчатые агрегаты	В. сов. по {001} в одном нап-равл.	Белый, серый (<i>лейх-тенбергит</i>), зеленый, фиолетовый (<i>кеммере-рит</i>)	2,5
* Мусковит KAl ₂ [AlSi ₃ O ₁₀]× ×(OH) ₂	Моноклинная, листоватые, чешуйчатые агрегаты, короткостолбчатые кристаллы	В. сов. по {001} в одном нап-равл., не-сов. по {110} и {010}	Бесцветный, белый, зеленый, изумрудно-зеленый (<i>фуксит</i>)	2,5-3
* Парагонит NaAl ₂ × ×[AlSi ₃ O ₁₀]× ×(OH) ₂	Моноклинная, листоватые, чешуйчатые агрегаты	В. сов. по {001} в одном нап-равл.	Бесцветный, белый, зеленовато-белый	2,5-3
Трилитионит K(Li _{1,5} Al _{1,5})× ×[Si ₃ O ₁₀]F ₂ Лепидолит K(Li,Al) ₃ × ×[AlSi ₃ O ₁₀]F ₂	Моноклинная, таблитчатые, чешуйчатые, скорлуповатые агрегаты	В. сов. по {001} в одном нап-равл.	Белый, розовато-фиолетовый, персиково-красный	2-3 до 4
Судоит (рипидолит, прохлорит) Mg ₂ Al ₃ × ×[AlSi ₃ O ₁₀]× ×(OH) ₈	Моноклинная, листоватые, чешуйчатые агрегаты	В. сов. по {001}, в одном нап-равл.	Белый, бледно-зеленый, зеленый	2-3

Продолжение таблицы 4

6	7	8	9	10
2,6-2,8	Раствор. при кипячении в H ₂ SO ₄ . Окраска, спайность, чешуйки неупругие	Хлориты, мусковит	Магнетит, перовскит, гранат, эпидот, везувиан, титанит	Метаморфические породы фации зеленых сланцев, скарны, измененные ультраосновные породы
2,8-3,1	В кислотах не раствор. Ассоциация	Лепидолит, циннвальдит, парагонит	Кварц, полевые шпаты, хлорит, доломит	Кислые изверженные и метаморфические породы, пегматиты, грейзены
2,9	В кислотах не раствор.	Мусковит	Амфибол, альмандин, плагиоклазы, кианит	Метаморфические породы богатые Na
2,8-2,9	В кислотах не раствор. Цвет, характер ассоциации	Мусковит	Сподумен, петалит, альбит, рубеллит, флюорит, топаз	Гранитные пегматиты и грейзены
2,6-2,7	Частично разлагается кислотами. Цвет, спайность, ассоциация, гибкость	Клинохлор	Эпидот, альбит, актинолит, кварц, рутил, титанит	Зеленокаменные породы. Жилы альпийского типа

1	2	3	4	5
Гидроборацит CaMg× ×[B ₃ O ₄ (OH) ₃] ×3H ₂ O	Моноклинная, грубово- локнистые, игольчатые, спутанно-во- локнистые аг- регаты	Сов. по {010}. Неровный, занозистый	Бесцвет- ный, бе- лый, розо- ватый, се- роватый	2-3
* Виллиомит NaF	Кубическая, зернистые агрегаты	Сов. по {100} в трех направл. Раковистый, неровный	Карминово- красный, темно- вишневый	2-3
* Амезит Mg ₂ Al[AlSiO ₅] ×(OH) ₄	Триклинная, пластинчатые и чешуйчатые агрегаты	В. сов. по {001} в од- ном направл.	Белый, бледно-зе- леный, фи- олето-вый (<i>хром- амезит</i>)	2,5-3
* Англезит Pb(SO ₄)	Ромбическая, зернистые до плотных агре- гаты, пористые массы, желва- ки, сталактиты	Сов. по {001} по {210} ясная. Неровный до раковистого	Бесцвет- ный, бе- лый, жел- товатый, коричнева- тый	2,5-3
Циннвальдит KLiFe ²⁺ Al× ×[AlSi ₃ O ₁₀] ×(F,OH) ₂ Промежуточный член ряда сидеро- филлит-политионит	Моноклинная, листоватые, чешуйчатые агрегаты	В. сов. по {001} в од- ном направл.	Серый, бу- ровато- или зеленовато- серый	2,5- 3,5

Продолжение таблицы 4

6	7	8	9	10
2,17	Легко рас- твор. в кис- лотах. Форма выд., ассоциация	Улексит	Колеманит, иньоит, индерит, улексит, кальцит	Бороносные соляные залежи морского и озерного происхож- дения
2,79	Легко рас- твор. в воде. Цвет, спай- ность, ассо- циация	Флюорит	Эвколит, астрофил- лит, сода- лит, лов- чоррит, по- левой шпат	Щелочные породы и их пегматиты
2,7-2,8	Медленно раствор. в HCl. Спайность, форма выд., ассоциация	Клино- хлор	Диаспор, рутил, маг- нетит, лей- коксен, миллерит	Измененные ультра- основные породы и метаморфические м- ния наждака
6,38	Медленно раствор. в HNO ₃ . Парагенезис, форма кри- сталлов	Церуссит	Церуссит, галенит, гетит, ма- лахит, азу- рит	Зона окисления свинцовых м-ний
2,9-3,2	В кислотах не раствор. Цвет. Тип ассоциации	Муско- вит, ле- пидолит	Вольфра- мит, шее- лит, топаз, флюорит, турмалин, кварц	Грейзены и олово- вольфрамовые квар- цевые жилы

1	2	3	4	5
* Ссайбелнит (ашарит) $Mg_2[B_2O_4(OH)] \times (OH)$	Моноклинная, землистые, спутанно-волокнистые агрегаты	Сов. по {110}. Неровный, раковистый	Белый, сероватый, желтоватый	3
4.4. Черта Твердость				
* Кальцит $Ca(CO_3)$	Тригональная, хорошо образованные кристаллы, сталактиты, зернистые агрегаты	Сов. по {10 $\bar{1}$ 1} в трех направл. Раковистый	Бесцветный, белый, голубой, розовый	3
* Целестин $Sr(SO_4)$	Ромбическая, чечевицеобразные кристаллы, пластинчато-волокнистые прожилки, зернистые агрегаты	Сов. по {001} и {210} в трех направл. Неровный	Бледно-голубой, голубовато-серый, белый, красный	3-3,5
* Барит $Ba(SO_4)$	Ромбическая, пластинчатые и зернистые агрегаты, сферические конкреции	Сов. по {001} и {210} в трех направл. Неровный	Бесцветный, белый, голубоватый, желтый, красный	3-3,5

Продолжение таблицы 4				
6	7	8	9	10
2,65	Медленно раствор. в кислотах. Форма выд., ассоциация	Гидробо-рацит	Улексит, гидробо-рацит, пан-дермит, гипс	Скарны, хемогенные бороносные залежи, серпентиниты
белая. 3 - 5				
2,72	Легко раствор. в кислотах с выд. CO ₂ . Штриховка полисинтетического двойни-кования	Арагонит	Кварц, доломит, флюорит, барит, сульфиды и арсени-ды	Карбонатные, кварц-карбонат-ные жилы, магма-тические, мета-морфические и осадочные поро-ды
3,9-4,0	Слабо раствор. в кислотах. Голубая окрас-ка, форма выд., спайность	Барит	Доломит, гипс, стронциа-нит, галит, галенит, сфалерит	Хемогенные оса-дочные толщи эвапоритов и кварцевые жилы
4,5	В кислотах не раствор. Форма кристал-лов. Спайность, твердость, плотность	Целестин, ангидрит	Флюорит, кальцит, кварц, га-ленит, сфа-лерит, ви-терит	Гидротермальные жилы, желваки и конкреции оса-дочных пород

1	2	3	4	5
* Ангидрит Ca(SO ₄)	Ромбическая, хорошо образованные кристаллы, зернистые агрегаты	Сов. по {010}, {100}, {001} в трех направл. Неровный	Бесцветный, белый, голубоватый, светло-сиреневый	3,5
* Бемит AlO(OH)	Ромбическая, скрытокристаллические, землистые, фарфоровидные агрегаты	Сов. по {010}. Неровный до раковистого, иногда мелкозанозистый	Бесцветный, белый, желтый	3,5-4
* Арагонит Ca(CO ₃)	Ромбическая, игольчатые и зернистые плотные агрегаты. Корки, натёки	Ясная по {010} Неровный	Бесцветный, белый, желтоватый, серый	3,5-4
* Доломит CaMg(CO ₃) ₂	Тригональная, грубозернистые, тонкозернистые агрегаты	Сов. по {10 $\bar{1}$ 1} в трех направл. Неровный	Бесцветный, белый, желтый, буроватый	3,5-4

Продолжение таблицы 4

6	7	8	9	10
2,98	Раствор. в кислотах. Спайность, отсутствие реакции на CO ₂	Гипс, карбонаты	Гипс, кальцит, доломит, пирит и другие сульфиды	Хемотропные осадочные породы, гидротермальные жилы, колчеданные и скарновые м-ния
3,0-3,1	В кислотах не раствор. Ассоциация, форма выд., спайность	Гиббсит	Гиббсит, диаспор, каолинит, гидроокислы Fe	Бокситы и продукты изменения фельдшпатов и натролита в щелочных пегматитах
2,9-3,0	Раствор. в кислотах с выд. CO ₂ . Форма кристаллов, ассоциация	Кальцит, доломит	Кальцит, магнезит, опал, гетит	Хемотропные и биогенные осадки, коры выветривания ультраосновных пород
2,8-3,0	Медленно раствор. в HCl. Характер двойникования, ассоциация, спайность	Кальцит, магнезит	Сидерит, кальцит, кварц, арсениды, Со и Ni, магнезит	Хемотропные осадочные породы, кварц-карбонатные жилы и измененные ультраосновные породы

1	2	3	4	5
X Алунит $KAl_3(SO_4)_2 \times (OH)_6$	Тригональная, мелкозернистые, скрытокристаллические плотные агрегаты	Сов. по {0001}. Неровный	Белый, желтоватый, серый	3,5-4
* Скородит $Fe(AsO_4) \times 2H_2O$	Ромбическая, плотные, шлакоподобные массы, корки, желваки, землистые скопления	Несов. по {201}. Раковистый, неровный	Серовато-зеленый, яблочно-зеленый, буровато-серый	3,5-4
* Сидерит $Fe(CO_3)$	Тригональная, зернистые и землистые агрегаты. Оолиты, конкреции	Сов. по {10 $\bar{1}$ 1} в трех напр. Неровный	Желтовато-серый, горюхово-желтый, желтовато-бурый	3,5-4,5
* Родохрозит $Mn(CO_3)$	Тригональная, зернистые агрегаты	Сов. по {10 $\bar{1}$ 1} в трех напр. Неровный	Розовый, темно-красный, желтовато-серый	3,5-4,5

Продолжение таблицы 4

6	7	8	9	10
2,6-2,9	Медленно раствор. в разбавленной H_2SO_4 . Точная диагностика осуществляется оптически	Каолинит, зуннит	Гиббсит, каолинит, гипс, кварц, галлуазит	Измененные вулканогенные породы, зона гипергенеза осадочных толщ
3,3	Раствор. в HCl. Вторичный по арсенопириту Окраска, приуроченность к зоне окисления сульфоарсенидов	Мансфильдит, халькопирит	Фармакосидерит, бедантит, вивианит, гетит, гипс	Зона окисления сульфидных м-ний
3,9-4,0	Раствор. в HCl с выд. CO_2 . Цвет, спайность, твердость	Анкерит	Доломит, гетит, пирротин, марказит, кварц	Хемогенные осадочные породы и кварцкарбонатные жилы
3,6-3,7	Раствор. в HCl с выд. CO_2 . Твердость, пленка гидроокислов и окислов Mn	Родонит, кальцит	Кварц, арсенопирит, сфалерит, галенит, родонит, спессартин	Гидротермальные жилы, контактово-метаморфические м-ния и осадочные толщи

1	2	3	4	5
* Маргарит CaAl ₂ × × [Al ₂ Si ₂ O ₁₀]× × (OH) ₂	Моноклинная, листоватые, чешуйчатые агрегаты	Сов. по {001} в од- ном нап- равл. Неровный	Жемчужно- белый с се- роватым, розоватым, желтоватым оттенками	3,5-4,5
* Флюорит CaF ₂	Кубическая, зернистые и землистые (<i>ратовкит</i>) агрегаты	Сов. по {111} в че- тырех направл. Раковистый, неровный	Бесцветный, зеленый, фиолетовый, голубой. синевато- черный	4
* Магнезит Mg(CO ₃)	Тригональная, зернистые, фарфоровид- ные, мелопо- добные агре- гаты	Сов. по {10 $\bar{1}$ 1} в трех нап- равл. Раковистый	Бесцветный, белый, жел- тый, серый	4-4,5
* Ксенотим Y(PO ₄)	Тетрагональ- ная, зерни- стые агрегаты	Сов. по {100} в двух нап- равл. Раковистый	Желтовато- бурый, крас- ный, серый	4-5
* Смитсонит Zn(CO ₃)	Тригональная, скорлупова- тые, почко- видные, натечные вы- деления	Сов. по {10 $\bar{1}$ 1}. Неровный	Белый, жел- товато- коричневый, зеленый, голубой	4-4,5

Продолжение таблицы 4

6	7	8	9	10
3,0-3,1	С трудом раствор. в H ₂ SO ₄ . Парагенезис, блеск, твер- дость	Клинто- нит	Парагонит, хлоритоид, графит, эпидот, наждак, диаспор	Кристаллические сланцы, наждаки и сланцы
3,18	Раствор. в концентриро- ванной H ₂ SO ₄ с выд. HF. Отсутствие реакции на CO ₂	Криолит, карбона- ты	Кварц, бе- рилл, тур- малин, кас- ситерит, вольфра- мит, топаз, халцедон	Грейзены, скарны, гидротермальные и пегматитовые жилы
3,0-3,1	Раствор. в HCl при нагревании с выд. CO ₂ . Форма выд.	Кальцит, доломит	Опал, ара- гонит, ли- монит, до- ломит, кальцит, барит	Коры выветривания ультраосновных по- род и гидротермаль- но-метаморфические залежи
4,4-5,1	В кислотах не раствор. Твердость, форма крис- таллов, ассо- циация	Циркон, кассите- рит	Монацит, циркон, уранинит, колумбит, ильменит, кварц	Гранитные пегмати- ты, гидротермальные тела щелочных пород
4,1-4,4	Раствор. в HCl с выд. CO ₂ . Форма выд., высокая плотность	Сферо- сидерит, родохро- зит	Сфалерит, галенит, кальцит	Зона окисления суль- фидных м-ний и ме- тасоматические зале- жи по известнякам

1	2	3	4	5
* Волластонит Ca ₃ [Si ₃ O ₉]	Триклинная шестоватые, радиально-лучистые, тонковолокнистые, листоватые агрегаты	Сов. по {100}, средняя по {001}. Неровный	Белый, сероватый, желтоватый	4,5-5
* Фторапатит Ca ₅ [PO ₄] ₃ F апатит – (CaF)	Гексагональная, зернистые и колломорфные (<i>коллофан</i>) агрегаты, призматические и пластинчатые кристаллы	Ясная по {0001}. Раковистый, неровный	Бесцветный, белый, желтый, синий, фиолетовый, розовый	5
* Вишневит Na ₈ [AlSiO ₄] ₆ × ×(SO ₄)·2H ₂ O	Гексагональная, зернистые агрегаты, реакционные каймы и псевдоморфозы по нефелину	Сов. по {10 $\bar{1}$ 0} в трех напр. равл. Неровный, раковистый	Светло-голубой до голубоватосинего	5
4.5. Черта Твердость				
* Канкринит Na ₆ Ca ₂ × ×[AlSiO ₄] ₆ × ×(CO ₃) ₂ ·3H ₂ O	Гексагональная, зернистые агрегаты, реакционные каймы по нефелину	Сов. по {10 $\bar{1}$ 0} в трех напр. равл. Неровный	Белый, серый, желтый, красноватый	5-5,5

Продолжение таблицы 4				
6	7	8	9	10
2,8-2,9	Раствор. в HCl с выд. студенистого SiO ₂ . Спайность, окраска, ассоциация	Тремолит	Геденбергит, андрадит, датолит, аксинит, касситерит, шеелит	Скарны, мраморизованные известняки и кальцифиры
3,1-3,2	Раствор. в кислотах. Форма кристаллов, твердость	Берилл	Нефелин, эгирин, титанит, скаполит, форстерит, магнетит	Кислые и щелочные породы, карбонатиты и пегматиты.
2,3-2,4	Легко раствор. в HCl с выд. студенистого SiO ₂ . Окраска и ассоциация	Содалит, лазурит	Нефелин, полевые шпаты, эгирин, циркон, титанит	Позднемагматический в нефелиновых сиенитах и их пегматитах
белая. 5-7				
2,4-2,5	Раствор. в HCl с выд. CO ₂ и студенистого SiO ₂ . Спайность, окраска	Нефелин, ортоклаз, микроклин	Нефелин, альбит, титанит, циркон, эгирин	Позднемагматический в нефелиновых сиенитах и их пегматитах

1	2	3	4	5
Монацит – (Ce) Ce(PO ₄)	Моноклин- ная, таблит- чатые крис- таллы, реже зернистые агрегаты	Сов. по {100}, от- дельность по {001}. Раковистый	Желтый, красно-ко- ричевый, коричне- вый, ино- гда белый	5-5,5
* Натролит Na ₂ [Al ₂ Si ₃ O ₁₀]× ×2H ₂ O	Ромбиче- ская, призматические до игольча- тых кристал- лы; шестова- тые, радиаль- но-лучистые агрегаты	Сов. по {110} в двух направл. Неровный, раковистый	Бесцвет- ный, бе- лый, жел- тый, крас- ный	5-5,5
* Титанит (сфен) CaTi[SiO ₄]O	Моноклин- ная, конвер- тообразные кристаллы; зернистые агрегаты	Сов. по {110}. Неровный до занозистого	Желтый, коричне- вый до чер- ного, изу- мрудно- зеленый, белый	5-6
Бирюза CuAl ₆ (PO ₄) ₄ × ×(OH) ₈ ·4H ₂ O	Триклинная, плотные тонкозерни- стые агрега- ты	Сов. по {001}. Мелкорак- овистый	Голубой, синевато- зеленый	5-6

Продолжение таблицы 4

6	7	8	9	10
5,0-5,2	С трудом раз- лагается кис- лотами. Форма кри- сталлов, твер- дость, плот- ность	Ксено- тим, ти- танит	Ксенотим, алланит, уранинит, циртолит, биотит, мо- либденит	Акцессорный ми- нерал гранитов, пегматитов, фени- тов, грейзенов, гнейсов и жил аль- пийского типа
2,2-2,3	Легко раствор. в HCl с выд. студенистого SiO ₂ . Спайность, форма выд., ассоциация	Томсо- нит	Анальцим, шабазит, сколецит, гейландит	Постмагматиче- ский минерал ще- лочных пород, их пегматитов; гидро- термальный в жи- лах и миндалинах эффузивов
3,3-3,6	Раствор. в H ₂ SO ₄ . Форма кри- сталлов, окраска, спай- ность	Циркон, гранаты	Нефелин, канкринит, циркон, био- тит, апатит, флогопит, диопсид	Первичный мине- рал щелочных по- род и гранитов; встречается в скар- нах, гнейсах, жилах альпийского типа
2,6-2,8	С трудом рас- твор. в HCl. Окраска и форма выд.	Халько- сидерит	Вавеллит, амблигонит, халцедон, каолинит, гетит	Кора выветрива- ния фосфатсодер- жащих осадочных и вулканических горных пород

1	2	3	4	5
Антофиллит $\text{Mg}_7[\text{Si}_8\text{O}_{22}] \times$ $\times (\text{OH})_2$	Ромбическая, лучистые, радиально-сноповидные, шестоватые, волокнистые (<i>асбест</i>) агрегаты	Сов. по {110} в двух направл. Неровный	Бесцветный, серовато-зеленый, зеленовато-бурый	5,5-6
* Тремолит $\text{Ca}_2\text{Mg}_5 \times$ $\times [\text{Si}_8\text{O}_{22}](\text{OH})_2$	Моноклинная, шестоватые, волокнистые агрегаты, иногда призматические кристаллы	Сов. по {110} в двух направл. Плоскоракровистый (<i>нефрит</i>)	Бесцветный, белый, светло-серый, светло-зеленый	5,5-6
* Содалит $\text{Na}_8[\text{AlSiO}_4]_6\text{Cl}_2$	Кубическая, зернистые агрегаты, псевдоморфозы по нефелину, ромбододекаэдрические кристаллы	Ясная по {110}. Неровный	Синий, серый, зеленоватый, розовый (<i>закманит</i>)	5,5-6
* Лейцит $\text{K}[\text{AlSi}_2\text{O}_6]$	Тетрагональная, тетрагонтриоктаэдрические кристаллы, реже зернистые агрегаты	Отсутствует. Раковистый	Бесцветный, белый, серый	5,5-6

Продолжение таблицы 4

6	7	8	9	10
2,8-3,2	В кислотах не раствор. От других амфиболов отличается оптически; от хризотил-асбеста по ассоциации	Тремолит, жедрит	Энстатит, тальк, кордиерит, паргасит, плагиоклаз	Метаморфизованные ультрабазиты, магнезиальные скарны, регионально метаморфизованные породы
3,0-3,1	В кислотах не раствор. От других амфиболов отличается оптически; от эпидота по спайности	Антофиллит, жедрит	Диопсид, форстерит, флогопит, скаполит, кварц, серпентин	Метаморфические и метасоматические породы, образовавшиеся по карбонатным и ультраосновным породам
2,1-2,3	Раствор. в HCl с выд. студенистого SiO ₂ . Спайность, окраска, ассоциация	Вишневит, лазурит, гаюин	Нефелин, канкринит, эгирин, микроклин, титанит, апатит	Щелочные породы и их пегматиты
2,4-2,5	Раствор. в HCl с выд. порошкового SiO ₂ . Форма выд. и условия нахождения	Анальцим	Ортоклаз, нефелин, санидин	Молодые щелочные вулканические породы

1	2	3	4	5
Мариазит Na ₄ [AlSi ₃ O ₈] ₃ Cl	Тетрагональ- ная, призма- тические кристаллы, зернистые, шестоватые и сливные агрегаты	Сов. по {100}, не- сов. по {110}. Неровный	Бесцветный, белый, се- рый, желто- ватый	5,5-6
Мейонит Ca ₄ [Al ₂ Si ₂ O ₈] ₃ × × (CO ₃)	Тетраго- нальная, призматиче- ские крис- таллы, зер- нистые, шес- товатые и сливные агрегаты	Сов. по {100}, не- сов. по {110}. Неровный	Бесцветный, серый, гряз- но-зеленый, бурый	5,5-6
* Нефелин KNa ₃ [AlSiO ₄] ₄	Гексагональ- ная, вкрап- ленники, зернистые массы; реже коротко- призматиче- ские крис- таллы	Несов. по {10 $\bar{1}$ 0}. Неровный	Желтый, красный, зе- леный, бес- цветный	5,5-6
* Опал SiO ₂ ×nH ₂ O	Аморфный; плотный, натечный	Отсутствует. Раковистый	Бесцветный, желтый, бе- лый, зеле- ный, красный	5,5-6,5

Продолжение таблицы 4

6	7	8	9	10
2,6	В кислотах не раствор. Форма кри- сталлов, спай- ность, ассоци- ация	Мейонит, полевые шпаты	Диопсид, плагиоклаз, флогопит, апатит, волласто- нит	Метаморфические и контактово-мета- соматические м-ния
2,75	Частично рас- твор. в HCl с выд. геля SiO ₂ . Форма крис- таллов, спай- ность, ассо- циация	Мариа- лит, по- левые шпаты	Флогопит, диопсид, апатит, кальцит, эпидот, гранат	Метаморфические и контактово-мета- соматические м-ния
2,6-2,7	Легко раствор. в кислотах с выд. геля SiO ₂	Канкри- нит, каль- силит	Полевые шпаты, аннит, арф- ведсонит, эгирин, титанит, апатит	Щелочные магмати- ческие горные поро- ды
1,9-2,2	Раствор. в HF. Форма выд. и условия нахождения	Аллофан	Магнезит, арагонит, нонтронит	Кора выветривания ультраосновных пород, в минда- линах эффузивов среднего и кислого состава

1	2	3	4	5
* Родонит CaMn ₄ [Si ₅ O ₁₅]	Триклинная, зернистые агрегаты, редко призматические кристаллы	Сов. по {100}, {010} и {001}. Неровный	Розовый, яр-ко-красный и коричнево-красный	5,5-6,5
* Ортоклаз K[AlSi ₃ O ₈]	Моноклинная, зернистые агрегаты, призматические и ромбоэдрические кристаллы	Сов. по {001} и {010} в двух направл. под углом 90°. Неровный	Серый, жел-товатый, красноватый; иризирует (<i>лунный ка-мень</i>)	6
* Микроклин K[AlSi ₃ O ₈]	Триклинная, зернистые агрегаты и призматические кристаллы	Сов. по {001} и {010} в двух направл. под углом 90°. Неровный	Серо-желтый, красный, зе-леный (<i>амазонит</i>); иризирует (<i>лунный ка-мень</i>).	6
* Альбит Na[AlSi ₃ O ₈]	Триклинная, зернистые агрегаты, призматические и пластинчатые кристаллы	Сов. по {001} и {010} в двух направл. под углом 90°. Неровный	Бесцветный, белый, зеле-новатый, се-рый, иногда иризирует.	6

Продолжение таблицы 4

6	7	8	9	10
3,4-3,8	Раствор. в HCl с выд. порошкова-того SiO ₂ . Окраска, спайность, твердость и ассоциация	Родохрозит, пироксман-гит	Тефроит, спессартин, пироксман-гит, гиало-фан, ала-бандин	Метаморфические горные породы и скарны
2,6	В кислотах не раствор. Окраска, наличие пер-титовых вро-стков, спай-ность	Микроклин, плагиокла-зы	Кварц, слюды, силлима-нит, став-ролит, аль-мандин	Породообразую-щий в кислых и щелочных извер-женных породах, их пегматитах и мета-морфических поро-дах
2,6	В кислотах не раствор. Окраска, на-личие перти-товых врос-тков, спай-ность	Ортоклаз, плагиокла-зы	Кварц, слюды, апатит, титанит, циркон	В кислых и щелоч-ных изверженных породах и их пегма-титах
2,6	В кислотах не раствор. Окраска, по-лисинтетиче-ское двойни-кование, ас-социация	Ортоклаз, мейонит, мариалит	Кварц, слюды, микрок-лин, пи-роксены, амфиболы	Породообразую-щий в извержен-ных породах, их пегматитах, мета-морфических поро-дах, жилах альпий-ского типа

1	2	3	4	5
* Анортит Ca[Al ₂ Si ₂ O ₈]	Триклинная, зернистые агрегаты, призматические и пластинчатые кристаллы	Сов. по {001} и {010} в двух направл. под углом 90°. Неровный	Бесцветный, белый, зеленоватый, серый, иногда иризирует	6
* Цоизит Ca ₂ Al ₃ [SiO ₄] × ×[Si ₂ O ₇]O(OH)	Ромбическая, зернистые агрегаты и призматические кристаллы	Сов. по {100} и несов. по {001}. Неровный	Белый, серый, зеленоватый, розовый (<i>тулит</i>), голубой (<i>танзанит</i>)	6
* Энстатит Mg ₂ [Si ₂ O ₆]	Ромбическая, зернистые агрегаты и призматические кристаллы	Сов. по {110} в двух направл. под углом 88°. Неровный	Белый, серый, желтоватый, зеленоватый, оливково-зеленый, бурый	6
* Кианит Al ₂ [SiO ₄]O	Триклинная, радиально-лучистые, шестоватые агрегаты, призматические кристаллы	Сов. по {100}, ясная по {010}. Занозистый	Голубой, синий, серый, белый, зеленый, желтый	4,5-7

Продолжение таблицы 4

6	7	8	9	10
2,8	Раствор. в HCl с выд. геля SiO ₂ . Окраска, полисинтетическое двойникование, ассоциация	Ортоклаз, мейонит, мариалит	Пироксены, амфиболы	Породообразующий в основных и ультраосновных изверженных породах, высоко метаморфизованных породах
3,2-3,3	Раствор. в HCl после прокаливания с выд. геля SiO ₂ . Окраска	Клиноцоизит, эпидот	Альбит, эпидот, кальцит, серицит, кварц, рутил	Метаморфизованные основные породы и кварцевые жилы
3,2-3,3	В кислотах не раствор. Окраска, спайность, ассоциация	Диопсид, бронзит	Кианит, оливин, тальк, шпинель, флогопит, антофиллит	Породообразующий ультраосновных и основных магматических пород и кимберлитов
3,5-3,7	В кислотах не раствор. Окраска, форма выд., спайность	Силлиманит	Кварц, мусковит, хлоритид, ставролит, альбит	Породообразующий в метаморфических породах и кварцевых жилах

1	2	3	4	5
* Жадсит NaAl[Si ₂ O ₆]	Моноклинная, плотный, спутанно-волокнистый, реже зернистый	Сов. по {110} в двух направл. под углом 88°. Неровный	Бесцветный, белый, зеленый, серый	6-6,5
* Клиноцоизит Ca ₂ Al ₃ [SiO ₄]× ×[Si ₂ O ₇]O(OH)	Моноклинная, зернистые агрегаты, призматические кристаллы	Сов. по {001} и несов. по {100}. Неровный	Бесцветный, светло-серый, желтый, серовато-зеленый	6,5
X Поллуцит Cs ₂ × ×[Al ₂ Si ₄ O ₁₂]× ×H ₂ O	Кубическая, Зернистый	Отсутствует. Раковистый	Бесцветный, белый	6,5
# Диаспор AlO(OH)	Ромбическая, пластинчатые и чешуйчатые агрегаты, призматические кристаллы	Сов. по {010} в одном направл.	Бесцветный, белый, желтоватый, бурый, серый, розовый	6,5-7

Продолжение таблицы 4

6	7	8	9	10
3,3-3,4	В кислотах не раствор. Высокая прочность, форма выд., окраска	Нефрит, тремолит	Альбит, анальцит, натролит, тремолит, кварц, альмандин	В метаморфических и контактово-метасоматических м-ниях по гипербазитам
3,3-3,4	После прокаливания раствор. в HCl с выд. студенистого SiO ₂ . Форма выд. и условия нахождения	Цоизит, эпидот	Альбит, кальцит, серицит, эпидот, пренит, титанит	Метаморфические основные породы и жилы альпийского типа
2,9	С трудом раствор. в HCl с выд. порошкового SiO ₂ . Форма выд. и условия нахождения	Кварц, чкаловит	Петалит, альбит, кварц, лепидолит, амблигонит	Литиевые пегматиты
3,3-3,5	В кислотах не раствор. Форма выд., спайность, ассоциация	Гиббсит	Пирофиллит, серицит, корунд, хлоритоид, зунит, андалузит	Вторичные кварциты, метаморфические породы, жилы альпийского типа

1	2	3	4	5
* Везувиан Ca ₁₉ Al ₁₀ Mg ₃ × ×[SiO ₄] ₁₀ [Si ₂ O ₇] ₄ × × (OH) ₁₀	Тетрагональ- ная, зернис- тые и сливные агрегаты, призматичес- кие кристаллы	Несов. по {110} и {100}. Неровный, раковистый	Зеленый, желтый, бу- рый, серый, черно- бурый, фио- летовый	6,5
* Эпидот Ca ₂ Al ₃ [SiO ₄]× ×[Si ₂ O ₇]O(OH)	Моноклинная, зернистые агрегаты, призматичес- кие и таблит- чатые кри- сталлы	Сов. по {001} и не- сов. по {100}. Неровный	Желтовато- зеленый, темно- зеленый (<i>пушкинит</i>), коричневый, черный	6-7
* Силлиманит Al[AlSiO ₅]	Ромбическая, волокнистые агрегаты (<i>фибrolит</i>), игольчатые кристаллы	Сов. по {010}. Неровный, занозистый	Бесцветный, белый, се- рый, бурый, зеленоватый	6,5- 7,5
* Форстерит Mg ₂ [SiO ₄]	Ромбическая, зернистые агрегаты, ред- ко призма- тические и таблитчатые кристаллы	Ясная по {100} и {010}. Неровный	Белый, жел- товато- зеленый, зеленоватый (<i>хризолит</i>), фиолетовый	6,5-7

Продолжение таблицы 4

6	7	8	9	10
3,3-3,5	После прока- ливания рас- твор. в HCl с выд. геля SiO ₂ . Форма кри- сталлов, ок- раска, ассоци- ация	Гранаты, эпидот	Диопсид, гроссуляр, волласто- нит, эпидот, монтичел- лит, флого- пит, геленит	Скарны, родин- гиты, метасома- тические породы по ультрабазитам, пегматиты и карбо- натные жилы
3,3-3,5	После прока- ливания рас- твор. в HCl с выд. геля SiO ₂ . Окраска, спайность, ассоциация	Везувиан, гранаты	Альбит, гастингсит, андрадит, везувиан, скаполит	Метаморфические основные породы, скарны и жилы альпийского типа
3,2	В кислотах не раствор. Форма выд. и условия нахождения	Кианит, тремолит	Андалузит, диаспор, корунд, кварц, киа- нит, ставро- лит, плагио- клаз	Метаморфические породы, вторичные кварциты, пегмати- ты и жилы альпий- ского типа
3,2-3,6	Раствор. в HCl с выд. геля SiO ₂ . Форма выд., окраска, ассо- циация	Гумит, апатит, пироксе- ны	Диопсид, энстатит, хромит, лабрадор, перовскит, флогопит, пироп	Ультраосновные породы, кимберли- ты, базальты, маг- незиальные скарны

1	2	3	4	5
* Сподумен LiAl[Si ₂ O ₆]	Моноклинная, зернистые агрегаты и уплощенно-призматические кристаллы	Сов. по {110} в двух направл., от-дельность по {100} и {010}. Раковистый	Белый, серый, розо-вый (<i>кун-цит</i>), зеле-ный (<i>гидде-нит</i>), жел-тый	6,5-7
* Гроссуляр Ca ₃ Al ₂ [SiO ₄] ₃	Кубическая, зернистые до сливных агре-гаты, крис-таллы прос-тых форм {110} и {211}	Отсутствует, иногда от-дельность по {110}. Раковистый, неровный	Белый, жел-тый, зеленый (<i>цаворит-Сг</i>), розовато-красный (<i>гессонит</i>)	6,5-7
* Андрадит Ca ₃ Fe ₂ [SiO ₄] ₃	Кубическая, зернистые до сливных аг-регаты, кри-сталлы прос-тых форм {110} и {211}	Отсутству-ет. Раковистый, неровный	Желтовато-бурый, зеле-ный (<i>деман-тоид</i>), бу-рый до чер-ного (<i>меланит</i>)	6,5-7,5
* Андалузит Al ₂ [SiO ₄]O	Ромбическая, зернистые и шестоватые агрегаты, призматические крис-таллы	Сов. по {110} по {100} до ясной. Неровный	Серый, жел-тый, бурый, розовый, красный, зеленый (<i>виридин</i>)	6,5-7,5

Продолжение таблицы 4

6	7	8	9	10
3,0-3,2	Слабо раствор. в HCl. Пламя окрашивает в алый цвет (Li). Форма выд., спайность, ас-социация	Микро-клин, пироксе-ны	Кварц, аль-бит, микро-клин, лепи-долит, эль-баит, пол-луцит	Литиевые гранит-ные пегматиты
3,2-3,8	В кислотах не раствор. Форма крис-таллов, твер-дость, окраска	Спессар-тин, везу-виан	Диопсид, волласто-нит, тита-нит, дато-лит, везу-виан, ска-полит	Скарны, метаморфи-зованные известня-ки.
3,5-4,1	После прока-ливания раз-лагается в HCl с выд. геля SiO ₂ . Форма кри-сталлов, твер-дость, окраска	Везувиан, гроссуляр	Диопсид, геденбе-ргит, эпи-дот, везу-виан, ак-тинолит	Скарны, крем-нистые известняки, гидротермальные жилы в гипер-базитах
3,1-3,2	В кислотах не раствор. Форма кри-сталлов, твер-дость, окраска	Кианит, корди-ерит	Кордиерит, силлима-нит, став-ролит	Метаморфические породы, роговики, вторичные квар-циты и жилы аль-пийского типа

1	2	3	4	5
* Халцедон (тонковолок- нистая разно- видность квар- ца) SiO ₂	Тонковолок- нистые агре- гаты, концен- трически- полосчатый (<i>agam</i>), ста- лактиты	Отсутствует. Раковистый	Белый, се- рый, голубой, желтовато- красный (<i>сердолик</i>), зеленый (<i>хризопраз</i>)	6,5-7
* Кристобалит (высокотемпе- ратурный) SiO ₂	Тетрагональ- ная; скрыто- кристалли- ческий, нате- чный	Неровный, раковистый	Бесцветный, белый.	6,5-7
* Кварц SiO ₂	Тригональ- ная, зерни- стые и шесто- ватые агрега- ты и призма- тические кри- сталлы	Несов. по {10 $\bar{1}$ 1}, {10 $\bar{1}$ 0}, от- дельность по {10 $\bar{1}$ 0} . Раковистый	Бесцветный, белый, дым- чатый, жел- тый, розо- вый, фиоле- товый, чер- ный	7
* Эльбаит Na(Li _{1,5} ,Al _{1,5})Al ₆ × ×[Si ₆ O ₁₈](BO ₃) ₃ × ×(OH) ₄	Тригональ- ная, зерни- стые, шесто- ватые агре- гаты и призм- матические кристаллы	Несов. по {10 $\bar{1}$ 1} и {11 $\bar{2}$ 0} . Раковистый, неровный	Бесцветный (<i>ахроит</i>), красный, ро- зовый (<i>рубеллит</i>), зеленый	7

Продолжение таблицы 4

6	7	8	9	10
2,55- 2,64	Растворяется в HF. Форма выд., окраска, из- лом	Люссатин, кварцин	Кварц, кальцит, цеолиты	Миндалины эффу- зивных пород, кора выветривания ги- пербазитов, гидро- термальные жилы
2,2-2,3	Растворяется в HF. Форма выд. и условия нахождения	Тридимит, кварц	Тридимит, кальцит, цеолиты, опал	Эффузивные поро- ды и кора выветри- вания гипербазитов
2,65	Раствор. в HF. Форма выд., твердость, окраска	Топаз, дан- бурит, нефелин, кордиерит	Полевые шпаты, слоды, сульфиды	Породообразую- щий в кислых извер- женных породах, в пегматитовых и кварцевых жилах и жилах альпийского типа
3,0-3,1	В кислотах не раствор. Сечение кри- сталлов, окраска, твердость	Дравит, корунд, шпинель	Альбит, лепидолит, петалит, берилл	Гранитные пегмати- ты, богатые литием

1	2	3	4	5
4.6. Черта Твердость				
* Дравит $\text{NaMg}_3\text{Al}_6 \times [\text{Si}_6\text{O}_{18}] \times (\text{BO}_3)_3 (\text{OH})_4$	Тригональ- ная, зерни- стые, шесто- ватые, волок- нистые агре- гаты и призматические кристаллы	Несов. по $\{0\bar{1}1\}$ и $\{11\bar{2}0\}$. Раковистый, неровный	Бесцветный (<i>ахроит</i>), бурый, зеле- новато- бурый, травя- нисто- зеленый, си- ний	7-7,5
* Пироп $\text{Mg}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$	Кубическая, округлые зерна	Отсутству- ет. Раковистый, неровный	Огненно- красный, кро- ваво- красный, ру- биновый, розовый	7-7,5
* Спессартин $\text{Mn}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$	Кубическая, зернистые агрегаты и кристаллы с простыми формами $\{110\}$ и $\{211\}$	Отсутству- ет. Раковистый, неровный	Оранжево- красный, ро- зовый, жел- тый, красно- коричневый	7-7,5
* Альмандин $\text{Fe}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$	Кубическая, зернистые до сливных аг- регаты, кри- сталлы с про- стыми фор- мами $\{110\}$ и $\{211\}$	Отсутству- ет. Раковистый, неровный	Красно- коричневый, темно- красный, фи- олетово- красный	7-7,5

Продолжение таблицы 4

6	7	8	9	10
белая. 7-9				
3,0-3,2	В кислотах не раствор. Сечение кри- сталлов, ок- раска, твер- дость	Везувиан, ставролит	Кассите- рит, кварц, полевой шпат, флю- орит, доло- мит	Метаморфизован- ные или скарни- рованные карбо- натные породы, метасоматиты по основным и уль- траосновным по- родам
3,5-4,0	В кислотах не раствор. Форма крис- таллов, окрас- ка, ассоциа- ция	Альман- дин, шпи- нель	Сапфирин, силлима- нит, гипер- стен, кор- диерит	В эклогитах, ким- берлитах, перидо- титах и серпенти- нитах
3,8-4,3	После прока- ливания раз- лагается в HCl с выд. геля SiO ₂ . Форма кри- сталлов, окраска, ассо- циация	Гроссу- ляр, гумит	Шерл, му- сковит, кварц, три- филин, апа- тит, альбит, родонит, тефроит	Пегматитовые жи- лы, метаморфизо- ванные марганце- вые м-ния
3,7-4,3	В кислотах не раствор. В п. п.тр. сплавля- ется в маг- нитный ша- рик. Форма крис- таллов, окрас- ка, ассоциа- ция	Пироп	Силлима- нит, киа- нит, став- ролит, по- левой шпат, био- тит	Мусковитовые пегматиты, регио- нально метамор- физованные поро- ды

1	2	3	4	5
Ставролит $\text{FeAl}_4[\text{SiO}_4]_2\text{O}_2 \times (\text{OH})_2$	Ромбическая, зернистые агрегаты, призматические кристаллы, крестообразные двойники	Сов. по {010} и {100}. Неровный	Желтовато-коричневый до буровато-черного	7-7,5
* Циркон $\text{Zr}[\text{SiO}_4]$	Тетрагональная, зерна, радиально-лучистые агрегаты, чаще призматические и дипирамидальные кристаллы	Несов. по {110} и {111}. Раковистый	Коричневый разных оттенков, желтый, красный (<i>гиацинт</i>), до черного	7-7,5
* Уваровит $\text{Ca}_3\text{Cr}_2[\text{SiO}_4]_3$	Кубическая; Зернистые агрегаты и кристаллы с простыми формами {110} и {211}	Отсутствует. Раковистый, неровный	Изумрудно-зеленый до темно-зеленого	7,5
* Берилл $\text{Be}_3\text{Al}_2[\text{Si}_6\text{O}_{18}]$	Гексагональная, зернистые агрегаты, призматические кристаллы	Несов. по {0001} и $\{10\bar{1}0\}$. Раковистый, неровный	Бесцветный, белый (<i>гоше-нит</i>), желтый (<i>гелиодор</i>), голубой (<i>ак-вамарин</i>), зеленый (<i>изум-руд</i>), розовый (<i>воробьевит</i>)	7,5-8

Продолжение таблицы 4

6	7	8	9	10
3,6-3,8	В кислотах не раствор. Форма кристаллов, твердость, ассоциация	Шерл, пироксены	Мусковит, кианит, силлиманит, альмандин, кварц, ильменит	Гнейсы и кристаллические сланцы
3,9-4,6	Слабо разлагается в конц. H_2SO_4 . Иногда радиоактивен (<i>малакон</i> , <i>циртолит</i>). Форма кристаллов, окраска, плотность, ассоциация	Касситерит, рутил	Полевые шпаты, ильменит, титанит, алланит, магнетит, монацит	Акцессорный минерал кислых и щелочных изверженных пород и их пегматитов, в гнейсах и кристаллических сланцах
3,4-3,8	В кислотах не раствор. Окраска, форма кристаллов, ассоциация	Демантоид, цаворит	Хромит, хромовые хлориты, хромвезувиан, хромтитанит	Ультраосновные породы и залежи хромита
2,6-2,9	В кислотах не раствор. Твердость, форма кристаллов, ассоциация	Апатит, фенакит, топаз	Морион, микро-клин, биотит, шерл, сподумен, колумбит, флогопит	Пегматиты, грейзены, высокотемпературные кварцевые жилы, контактово-метасоматические породы

1	2	3	4	5
* Топаз Al ₂ [SiO ₄]F ₂	Ромбическая, зернистые агрегаты, призматические кристаллы	Сов. по {001}. Раковистый, неровный	Бесцветный, желтый, голубой, фиолетовой, розовый	8
* Шпинель MgAl ₂ O ₄	Кубическая, октаэдрические кристаллы, зернистые агрегаты	Раковистый, неровный	Бесцветный, красный, зеленый, синий, черный	8
* Хризоберилл BeAl ₂ O ₄	Ромбическая, зернистые агрегаты, пластинчатые и дипирамидальные кристаллы, тройники	Сов. по {011}, несов. по {010}. Раковистый, неровный	Желтый, зеленовато-желтый, зеленый (<i>александрит</i>), бесцветный	8
* Корунд Al ₂ O ₃	Тригональная, зернистые агрегаты (наждаки), таблитчатые и дипирамидальные кристаллы	Отдельность по {0001} и {10 $\bar{1}$ 1}. Раковистый, неровный	Серый, синий (<i>сапфир</i>), красный (<i>рубин</i>), бесцветный, желтый, зеленый	9

Окончание таблицы 4

6	7	8	9	10
3,4-3,6	В кислотах не раствор. Форма кристаллов, спайность, плотность	Кварц, фенакит	Кварц, берилл, флюорит, полевые шпаты, турмалин	Гранитные пегматиты и грейзены, реже вторичные кварциты и кварцевые жилы
3,6-4,1	С трудом раств. в конц. H ₂ SO ₄ . Форма кристаллов, твердость, ассоциация	Гранат, корунд	Форстерит, диопсид, кальцит, флогопит, гумит, паргасит, андрадит	Магнезиальные скарны, роговики, гнейсы, акцессорный в основных и кислых породах
3,5-4,0	В кислотах не раствор. Окраска, форма кристаллов, твердость	Берилл	Берилл, фенакит, флюорит, апатит, турмалин, гранат	Пегматиты и скарны
4,0-4,4	В кислотах не раствор. Твердость, окраска, ассоциация	Шпинель	Полевой шпат, биотит, гранат, маргарит, диаспор, андалузит	Сиениты, пегматиты, плагиоклазиты, гнейсы и высокоглиноземистые метаморфиты (наждаки)

УКАЗАТЕЛЬ МИНЕРАЛОВ

	стр.		стр.
Авгит	74	Бёмит	94
Агальматолит	80	Берилл	122
Агат	122	Биотит	70
Аквамарин	116	Бирюза	102
Азурит	68	Борнит	40
Актинолит	74	Борт	64
Алланит-(Ce)	74	Брукит	62
Алмаз	64	Брункит	60
Алунит	96	Брусит	86
Альбит	108	Буланжерит	34
Альмандин	120	Ванадинит	58
Амазонит	108	Везувиан	114
Амезит	90	Вивианит	66
Анатаз	62	Виллиомит	90
Ангидрит	94	Виридин	116
Англезит	90	Висмутин	32
Андалузит	116	Вишневит	100
Андрадит	116	Волластонит	100
Аннабергит	68	Гакманит	104
Анортит	110	Галенит	34
Антимонит	32	Галит	82
Антофиллит	104	Галлуазит	84
Апатит-(CaF)	100	Гастингсит	72
Арагонит	94	Геденбергит	76
Арсенопирит	38	Гейкелит	50
Арфведсонит	72	Гелиодор	122
Аурипигмент	58	Гематит	52
Ахроит	118	Гессонит	116
Ашарит	90	Гетит	50
Баллас	64	Гиацинт	64,122
Барит	92	Гиббсит	84
		Гидраргиллит	84
		Гидроборацит	90
		Гидденит	116

Гиперстен	72	Криолит	84
Гипс	82	Корунд	124
Глауконит	68	Кристобалит	118
Глаукофан	74	Кровавик	52
Графит	30	Крокоит	54
Гроссуляр	116	Ксенотим	98
Гошенит	122	Кунцит	116
Гюбнерит	50	Куприт	56
Демантоид	116	Лазурит	70
Деревянистое олово	64	Лейхтенбергит	88
Джемсонит	34	Лейцит	104
Диаспор	112	Лепидокрокит	56
Диопсид	74	Лепидолит	88
Доломит	94	Лизардит	86
Дравит	120	Лунный камень	108
Жадеит	76, 112	Людвигит	70
Жаргон	64	Магнезит	98
Золото	40	Магнетит	46
Изоферроплатина	36	Малакон	122
Изумруд	122	Малахит	68
Ильменит	44	Манганит	48
Кальцит	92	Маргарит	98
Канкринит	100	Мариалит	106
Каолинит	82	Марказит	42
Карбонадо	64	Марматит	50
Карналлит	84	Медь	40
Касситерит	64	Мейонит	106
Кварц	118	Меланит	116
Кеммерерит	64	Микроклин	108
Кианит	110	Молибденит	30
Киноварь	54	Монацит-(Ce)	102
Клейофан	60	Монтмориллонит	80
Клинопирротин	42	Мусковит	88
Клинохлор	88	Мушкетовит	46
Клиноцоизит	112	Натролит	102
Кобальтин	38	Немалит	86
Ковеллин	30	Нефелин	106
Колумбит	48	Нефрит	74, 104

Нигрин62
Никельскуттерудит38
Нонтронит80
Оливин78
Опал106
Ортоклаз108
Парагонит88
Паргасит72
Пентландит42
Пирит42
Пиролозит46
Пироморфит60
Пироп120
Пирофиллит80
Пирохлор62
Пирротин42
Поликсен36
Поллуцит112
Пушкинит114
Ратовкит98
Реальгар54
Родонит106
Родохрозит96
Романешит46
Рубеллит116
Рубин124
Рутил62
Сапфир124
Сера56
Сердолик118
Серебро32
Сидерит96
Силлиманит114
Сильвин82
Скородит96
Скуттерудит38
Смитсонит98
Содалит104
Спессартин120

Сподумен116
Ссайбелиит92
Ставролит122
Стеатит80
Стибнит32
Судоит88
Сфалерит50, 60
Тальк80
Танзанит110
Танталит46
Теннантит36
Тетраферроплатина36
Тетраэдрит36
Титанит102
Топаз124
Тремолит104
Трилитионит88
Тюямунит58
Уваровит122
Уранинит44
Фаялит78
Ферберит44
Ферримолибдит56

Ферроплатина36
Фибролит114
Флогопит84
Флюорит98
Форстерит114
Фторапатит100
Фуксит88
Халцедон118
Халькантит86
Халькозин32
Халькопирит40
Хлоантит38
Хлоритоид78
Хризоберилл124
Хризолит114
Хризопраз116
Хризотил86
Хромамезит88

Хромит44
Цаворит116
Целестин92
Церуссит60
Циннвальдит90
Циркон64, 122
Цоизит110
Шамозит70
Шеелит60
Шерл78
Шмальтин38
Шпинель124
Эгирин76
Эльбаит118
Энстатит110
Эпидот114
Эритрин66
Ярозит58

Учебное издание

Сергей Геннадьевич Суставов

**МОРФОЛОГИЯ, ФИЗИЧЕСКИЕ
СВОЙСТВА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ
МИНЕРАЛОВ ПО ВНЕШНИМ
ПРИЗНАКАМ**

Учебно-методическое пособие
по дисциплине «Кристаллография и минералогия»
для студентов направления подготовки
29.03.04 – «Технология художественной обработки
материалов» Второе издание, стереотипное

Редактор Л. В. Устьянцева
Компьютерное макетирование Ф. П. Буслаев

Подписано в печать 03.11.2018.
Бумага офсетная. Формат 60×84 1/16. Печать ризографе.
Печ. л. 8,12. Уч.-изд. л. 6,58. Тираж 100 экз. Заказ №

Издательство УГГУ
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30
Уральский государственный горный университет

Отпечатано с оригинал-макета в лаборатории
множительной техники издательства УГГУ

Министерство науки и высшего образования Российской
Федерации ФГБОУ ВО

УРАЛЬСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ОДОБРЕНО

Методической комиссией
Факультета геологии
и геофизики

13.10.2023г.

Председатель комиссии


Вандышева К.В.

КЛАССИФИКАЦИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ ВИДОВ
И ИХ ФОРМУЛЫ

Методические указания к дисциплине
«Кристаллография и минералогия»
для специальности 29.03.04 «Технология художественной обработки материалов»

Классификация минеральных видов и их формулы: Методические указания по дисциплине «Кристаллография и минералогия» для специальности 29.03.04 «Технология художественной обработки материалов» /С.Г. Суставов; Уральский государственный горный университет. Кафедра минералогии, петрографии и геохимии.

– Екатеринбург: Изд. УГГУ изд. 2-е доп. и испр., 2022. – 24 с.

Методические указания содержат формулы минеральных видов, утвержденные комиссией ММА, и используемые в курсах кристаллография и минералогия, петрография и петрология магматических и метаморфических пород, литология, основы учения о полезных ископаемых, приведены простейшие примеры пересчета химического состава минералов на их кристаллохимические формулы. Методические указания предназначены для использования их на практических занятиях и как краткое справочное пособие.

Методические указания рассмотрены на заседании кафедры минералогии, петрографии и геохимии 09 сентября 2022 года (протокол № 1) и рекомендовано для использования в качестве электронного пособия в УГГУ.

Составители: С.Г.Суставов, доц., канд. геол.- минер. наук

© Уральская государственный
горный университет, 2022

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время отсутствует учебник минералогии, в котором были бы отражены все современные изменения произошедшие в этой науке. Те учебники, которые были изданы ранее для студентов геологических специальностей вузов: А.Г.Бетехтин и др. (1961), Е.К.Лазаренко (1971), А.А.Годовиков (1975, 1983), А.В. Миловский и О.В. Кононова (1982), А.Г.Булаха (1989, 1999) на текущий момент в той или иной мере частично устарели. В каждом из этих учебников по-своему решены вопросы классификации минералов, отсутствует единообразие в написании формул ряда минералов, есть различия в определении понятия минерал и минеральный вид. Весь этот разнобой мешает студентам в освоении систематического раздела курса при пользовании разными учебниками.

В Санкт-Петербургском университете на кафедре минералогии эти противоречия успешно решаются на протяжении последнего десятилетия выпуском методических указаний по данному курсу. Эти разработки послужили прообразом для решения этой проблемы на родственной кафедре в нашей академии.

В предлагаемом пособии приведена классификация минералов в соответствии с современными рекомендациями Всероссийского минералогического общества и Международной Минералогической Ассоциации (ММА), учтены принятые в настоящий момент классификации пироксенов, амфиболов, слюд, хлоритов и цеолитов. Это сделано с целью, упорядочить ту терминологическую основу, которая используется в геологической практике.

ОСНОВЫ МИНЕРАЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМАТИКИ

Любая наука по мере накопления знаний испытывает потребность в дифференциации, которая возрастает по мере углубленного изучения предмета. В силу тех представлений, которые бытуют в науке на данный момент, находится та или иная классификация.

Первая классификация в минералогии относится к самому началу прошлого тысячелетия, когда среднеазиатский ученый Ибн-Сина, известный в Европе как Авицена, в труде "Книга исцеления" в соответствии с основами естествознания того времени, подразделил все минералы на четыре группы: 1. Камни и земли, 2. Серные минералы, 3. Металлы и 4. Соли. Данные представления бытовали в минералогии с небольшими изменениями почти до конца XVIII века.

С бурным развитием естествознания, а особенно физики и химии, вызванного развитием промышленного производства в конце XVIII столетия, связано усиление в минералогии химического направления. Это направление развивали шведский минералог и химик А.Ф.Кронштедт, русский минералог академик В.М.Севергин, шведский химик И.Я.Берцелиус, американский минералог Д.Д.Дэна. Наиболее полно и последовательно классификация, построенная по химическому принципу, приведена в монографии Д.Д.Дэна "Система минералогии", изданная впервые в 1937 году. В ней он выделяет следующие классы: 1. Самородные вещества, 2. Сернистые и мышьяковые соединения, 3. Галоидные соединения, 4. Кислородные соединения и 5. Органические вещества.

Развитие в конце XIX в начале XX столетий кристаллохимии послужило основанием для использования в классификации минералов структурного принципа. В этом направлении активно работали австрийский минералог Г.Чермак, русский кристаллограф Е.С.Федоров. Наиболее полно кристаллохимическая классификация была приведена в работе В.Брэгга (1934).

В современных учебниках и справочниках классификация минералов производится с использованием двух параметров: химического состава и структуры. По такому

принципу построены справочные руководства Х.Штрунца, А.С.Поваренных, монографии А.Г.Бетехтина, Е.К.Лазаренко, А.А.Годовикова.

При любой классификации, учебной особенно, необходимо четко определить те понятия, которые в ней используются. Ранее, а кое-где и до сих пор основной единицей при классификации является минерал, как тот "кирпичик" из которого построено царство минералов. *Минерал – это продукт природной физико-химической реакции, имеющий индивидуализированный химический состав, изменяющийся в определенных пределах и находящийся в кристаллическом состоянии.* В дальнейшем при изучении химического состава ряда минералов было показано его неоднородность, что позволило выделить более мелкие иерархические единицы минеральные виды. *Минеральным видом называется множество минеральных индивидов, образовавшихся в результате того или иного геологического процесса, имеющих однотипную структуру и специфический химический состав, изменяющийся в определенных границах.*

Это можно проиллюстрировать на примере минерала оливина, при изучении которого было установлено, что в его состав входит три катиона магний, железо и марганец. Соответственно в его состав входит три минеральных вида: форстерит $Mg_2[SiO_4]$, фаялит $Fe_2[SiO_4]$, и тефроит $Mn_2[SiO_4]$. Изобразим химический состав этих минералов на треугольной диаграмме. (Рис.1). Как видно смесимость между форстеритом и фаялитом полная, т.е. существует непрерывный ряд твердых растворов. Согласно правилу ММА граница между этими минералами находится посередине. Обособленно находится тефроит, смесимость у него и с форстеритом и фаялитом ограничена. Таким образом, минерал оливин состоит из трех минеральных видов. В данном случае название минерала является надвидовым названием.

Вещества одного состава, но разной структуры относятся к разным минеральным видам. Например, ZnS кубической сингонии и ZnS гексагональной сингонии – это два минеральных вида: сфалерит и вюрцит.

В непрерывных изоморфных сериях состоящих из трех компонентов точка равноудаленная от каждой из вершин отвечает содержанию 33,3%. Тот минеральный вид, содержание которого превышает два других, является основным (Рис. 2).

В пределах минерального вида выделяются разновидности по химическому составу, структурным особенностям, физическим свойствам, форме выделения, а иногда условиям образования. К химическим разновидностям относятся те разности минерального вида, состав которых отклоняется от стехиометрического, приписываемого самому виду. Самостоятельные названия получили те разновидности, у которых отклонение в составе связано с изменением физических свойств. Например, железосодержащая разновидность сфалерита, содержащая до 25% Fe, имеет черную окраску и носит название марматит. Сфалерит, отвечающий стехиометрической формуле бесцветный.

К структурным разновидностям относятся разности данного вида, отличающиеся некоторыми особенностями структуры, например правый и левый кварц или Н-альбит L-альбит.

Разновидностей по физическим свойствам, главным образом по окраске и по форме выделения, существует довольно много. Выделение разновидностей обусловлено тем, что каждая из них чем-то отличается от основного вида и характеризует в свою очередь особенности среды минералообразования.

В настоящее время существует около 4000 минеральных видов. Данное пособие поможет студенту получить представление о том многообразии минерального царства, с которым он должен ознакомиться в процессе изучения и освоения данной дисциплины.

Ограниченность учебного времени не позволяет познакомиться со всем многообразием минералов, поэтому введены следующие ограничения.

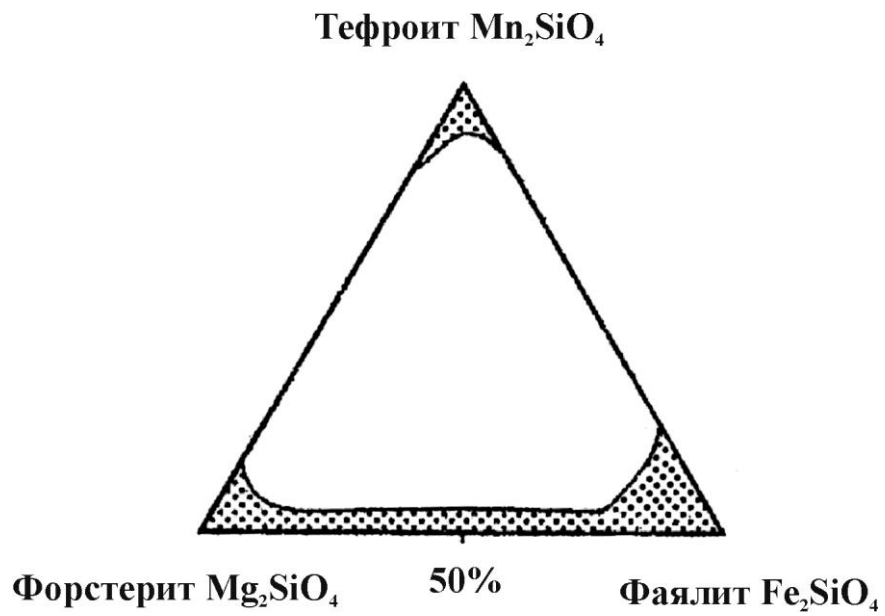


Рис.1. Химический состав минералов группы оливина

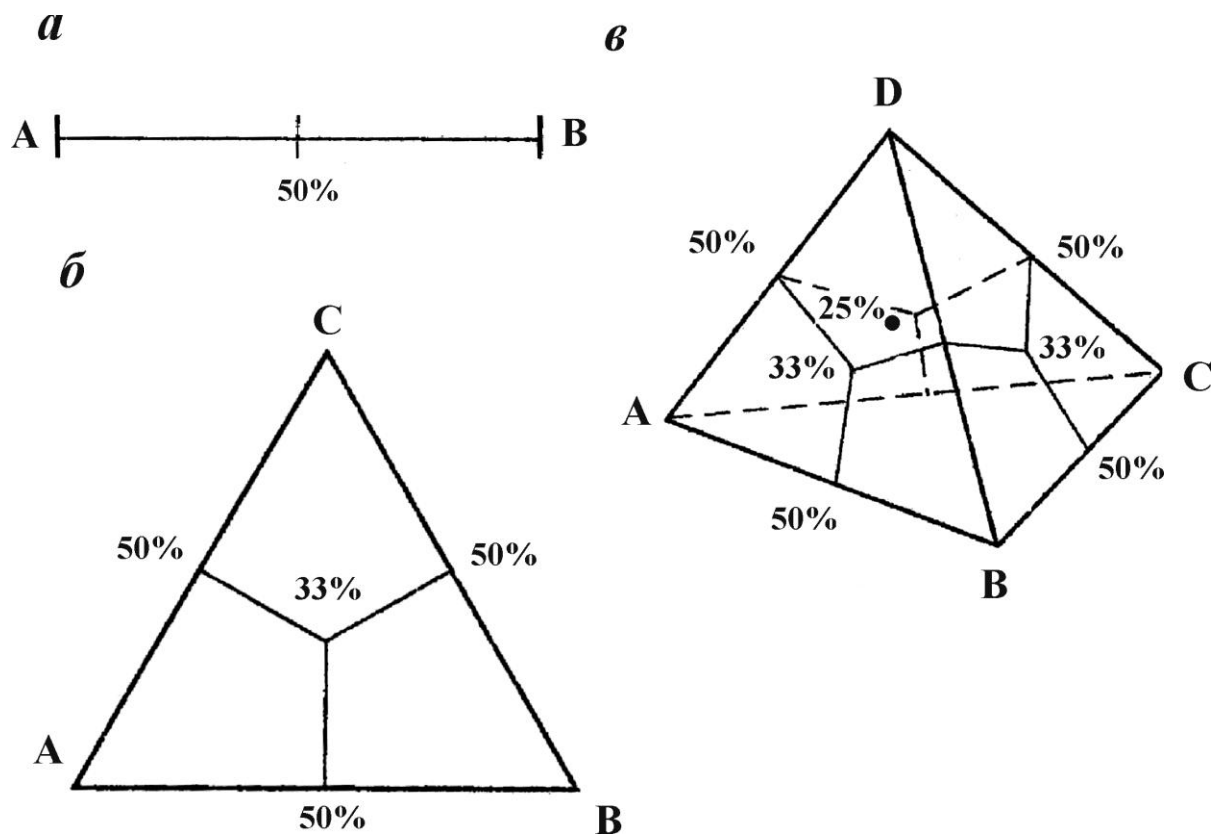


Рис.2. Границы между минеральными видами в двух- (*a*), трёх- (*б*) и четырёхкомпонентных (*в*) изоморфных смесях

1. Из систематики исключены типы и классы минералов, которые не входят в учебную программу. Это карбиды, силициды, углеводороды и т.д. распространение которых в земной коре резко ограничено.
2. Классификация построена на принципах химического состава и структуры. Первый позволяет разбить все множество на крупные таксоны: типы и классы, второй производит более мелкое расчленение.
3. Подклассы выделены только в тех классах, где имеется достаточное количество представителей. Это классы сульфидов, окислов, силикатов и боратов. Выделение подклассов осуществляется в первых двух случаях по химическому принципу, а в оставшихся по структурному и позволяет студенту более наглядно проследить связь конституции с физическими свойствами и морфологией минерала.
4. В классификации учтены только видовые названия, надвидовые, межвидовые и подвидовые названия широко представленные в учебниках не приводятся. Поэтому отсутствуют привычные термины такие как, например, роговая обманка – надвидовое название используемое для натро-кальциевых амфиболов богатых глиноземом; гессонит – межвидовое название, применяемое для промежуточных разностей ряда твердых растворов гроссуляр андрадит, или фенгит межвидовое название слюды ряда мусковит алюмоселадонит. Отсутствуют, например такие термины, как халцедон, морион, цитрин, аметист, раухтопаз, так как они являются разновидностями кварца или подвидовыми названиями. Содержание этих понятий рассматривается в лекционном курсе.

СИСТЕМАТИКА МИНЕРАЛОВ

ТИП 1. ПРОСТЫЕ ВЕЩЕСТВА

КЛАСС 1. МЕТАЛЛЫ

Группа меди:

1. Медь Cu, $Fm\bar{3}m$
2. Серебро Ag, $Fm\bar{3}m$
3. Золото Au, $Fm\bar{3}m$

Группа железа:

4. Железо Fe, $Im\bar{3}m$
5. Тэнит (Ni,Fe), $Im\bar{3}m$

Группа платины:

6. Платина Pt, $Fm\bar{3}m$
7. Осмий Os, $Fm\bar{3}m$
8. Иридий Ir, $Fm\bar{3}m$

Группа ртути:

9. Ртуть Hg, $R\bar{3}m$

КЛАСС 2. ПОЛУМЕТАЛЛЫ

Группа мышьяка:

10. Мышьяк As, $R\bar{3}m$
11. Висмут Bi, $R\bar{3}m$
12. Сурьма Sb, $R\bar{3}m$

КЛАСС 3. НЕМЕТАЛЛЫ

Группа серы:

13. Сера S, $Fddd$

14. Сера-бета S , $P2_1/a$
15. Розицкит = γ -сера S , $P3_121$

Семейство углерода:

16. Алмаз C , $Fd3m$
17. Лонсдэлит C , $C6mc$ (2H)
18. Графит C , $P6_3/mmc$ (2H, 3R)

КЛАСС 4. ИНТЕРМЕТАЛИДЫ

Семейство ферроплатины:

19. Изоферроплатина Pt_3Fe , $Fm3m$
20. Тетраферроплатина $PtFe$, $P4/mmm$

ТИП II. СЕРНИСТЫЕ СОЕДИНЕНИЯ И ИХ АНАЛОГИ

КЛАСС 2.1. СОБСТВЕННО СУЛЬФИДЫ (АРСЕНИДЫ)

ПОДКЛАСС 2.1.1 ПРОСТЫЕ СУЛЬФИДЫ

(координационная структура)

Группа халькозина:

21. Халькозин Cu_2S , $Ab2m$

Семейство аргентита:

22. Аргентит Ag_2S , $Im3m$.
23. Акантит Ag_2S , $P2_1/c$

Группа галенита:

24. Галенит PbS , $Fm3m$
25. Алабандин MnS , $Fm3m$

Группа сфалерита:

26. Сфалерит ZnS , $F\bar{4}3m$
27. Метациннабарит HgS , $F\bar{4}3m$

Группа пирротина

28. Троилит FeS , $P6_3/mmc$
29. Клинопирротин Fe_7S_8 , $F2/d$
30. Гексапирротин $Fe_{1-x}S$, $P6_3/mmc$
31. Никелин $NiAs$, $P6_3/mmc$

(цепочечная структура)

Группа миллерита:

32. Миллерит NiS , $R3m$

Группа киновари:

33. Киноварь HgS , $C3_12$ и $C3_22$

Группа антимонита:

34. Стибнит (антимонит) Sb_2S_3 , $Pbnm$
35. Висмутин Bi_2S_3 , $Pbnm$

(слоистая структура)

Группа аурипигмента

36. Аурипигмент As_2S_3 , $P2_1/n$

Группа молибденита

37. Молибденит MoS_2 , $P6_3/mmc$ - (2H, 3R)

Группа ковеллина

38. Ковеллин CuS , $P6_3/mmc$

(молекулярная структура)

Группа реальгара

39. Реальгар AsS , $P2_1/n$

ПОДКЛАСС 2.1.2 СЛОЖНЫЕ СУЛЬФИДЫ
(координационная структура)

Группа халькопирита

40. Халькопирит CuFeS_2 , $\bar{I}4\ 2d$

41. Станнин $\text{Cu}_2\text{FeSnS}_4$, $\bar{I}4\ 2d$

42. Талнахит $\text{Cu}_9\text{Fe}_8\text{S}_{16}$, $\text{Fm}3m$

Группа борнита

43. Борнит Cu_5FeS_4 , $\text{Fm}3m$

Группа пентландита

44. Пентландит $(\text{Fe},\text{Ni})_9\text{S}_8$, $\text{Fm}3m$

ПОДКЛАСС 2.1.3. ПЕРСУЛЬФИДЫ И ИХ АНАЛОГИ
(структура координационная)

Группа пирита

45. Пирит $\text{Fe}(\text{S})_2$, $\text{Pa}3$

46. Кобальтин $\text{Co}(\text{AsS})$, $\text{Pa}3$

47. Герсдофит $\text{Ni}(\text{AsS})$, $\text{Pa}3$

Группа марказита

48. Марказит $\text{Fe}(\text{S})_2$, Pmnn

49. Леллингит $\text{Fe}(\text{As})_2$, Pnnm

50. Раммельсбергит $\text{Ni}(\text{As})_2$, Pnnm

51. Саффорит $\text{Co}(\text{As})_2$, Pnnm

Группа арсенопирита

52. Арсенопирит $\text{Fe}(\text{AsS})$, $\text{P}2_1/\text{c}$, $\bar{P}1$

53. Гудмундит $\text{Sb}(\text{AsS})$, $\text{P}2_1/\text{c}$

Группа скуттерудита

54. Скуттерудит $\text{Co}(\text{As})_3$, $\text{Im}3$

55. Никельскуттерудит $\text{Ni}(\text{As})_3$, $\text{Im}3$

ПОДКЛАСС 2.1. 4. СУЛЬФОСОЛИ
(островная структура)

Группа прустита:

56. Прустит $\text{Ag}_3(\text{AsS}_3)$, $\text{R}3\text{c}$

57. Пираргирит $\text{Ag}_3(\text{SbS}_3)$, $\text{R}3\text{c}$

(цепочечная структура)

Группа буланжерита-джермсонита

58. Буланжерит $\text{Pb}_5(\text{Sb}_2\text{S}_4)_2\text{S}_3$, $\text{P}2_1/\text{c}$

59. Джермсонит $\text{Pb}_4\text{Fe}(\text{Sb}_3\text{S}_7)_2$, $\text{P}2_1/\text{c}$

(каркасная структура)

Группа блеклых руд:

60. Теннантит $\text{Cu}_{12}(\text{AsS}_3)_4\text{S}$, $\bar{I}4\ 3m$

61. Тетраэдрит $\text{Cu}_{12}(\text{SbS}_3)_4\text{S}$, $\bar{I}4\ 3m$

ТИП III. КИСЛОРОДНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ
КЛАСС 3.1 ОКИСЛЫ

Подкласс 3.1.1 Простые окислы
(координационная структура)

Группа уранинита:

62. Уранинит UO_2 , $\text{Fm}3m$

63. Торианит ThO_2 , $\text{Fm}\bar{3}\text{m}$
 Группа периклаза:
 64. Периклаз MgO , $\text{Fm}\bar{3}\text{m}$
 Группа рутила:
 65. Рутил TiO_2 , $\text{P4}_2/\text{mnm}$
 66. Анатаз TiO_2 , $\text{I4}_1/\text{amd}$
 67. Брукит TiO_2 , Pbca
 68. Касситерит SnO_2 , $\text{P4}_2/\text{mnm}$
 69. Пиролюзит MnO_2 , $\text{P4}_2/\text{mnm}$
 Группа корунда:
 70. Корунд Al_2O_3 , $\text{R}\bar{3}\text{c}$
 71. Гематит Fe_2O_3 , $\text{R}\bar{3}\text{c}$
 (каркасная структура)
 Группа куприта:
 72. Куприт Cu_2O , $\text{Pn}\bar{3}\text{m}$
 Семейство кремнезема:
 73. α -Кварц SiO_2 , P3_221
 74. β -Кварц SiO_2 , P6_222
 75. α -Тридимит SiO_2 , Pmmm
 76. β -Тридимит SiO_2 , $\text{P6}_3/\text{mmc}$
 77. α -Кристобалит SiO_2 , P4_12_12
 78. β -Кристобалит SiO_2 , $\text{Fd}\bar{3}\text{m}$
 79. Коэсит SiO_2 , $\text{C2}/\text{c}$
 80. Стишовит SiO_2 , $\text{P4}_2/\text{mnm}$
 81. Опал $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, аморф.
 82. Лешательерит SiO_2 , аморф.

*Подкласс 3.1. 2. Сложные окислы
 (координационная структура)*

- Группа шпинели:
 83. Шпинель MgAl_2O_4 , $\text{Fd}\bar{3}\text{m}$
 84. Герценит FeAl_2O_4 , $\text{Fd}\bar{3}\text{m}$
 85. Ганит ZnAl_2O_4 , $\text{Fd}\bar{3}\text{m}$
 86. Магнезиоферрит MgFe_2O_4 , $\text{Fd}\bar{3}\text{m}$
 87. Магнетит FeFe_2O_4 , $\text{Fd}\bar{3}\text{m}$
 88. Якобсит MnFe_2O_4 , $\text{Fd}\bar{3}\text{m}$
 89. Магнезиохромит MgCr_2O_4 , $\text{Fd}\bar{3}\text{m}$
 90. Хромит FeCr_2O_4 , $\text{Fd}\bar{3}\text{m}$
 Группа хризоберилла:
 91. Хризоберилл BeAl_2O_4 , Pnma
 Группа гаусманита:
 92. Гаусманит MnMn_2O_4 , $\text{I4}_1/\text{amd}$
 Группа ильменита:
 93. Ильменит FeTiO_3 , $\text{R}\bar{3}$
 94. Гейкилит MgTiO_3 , $\text{R}\bar{3}$
 95. Пирофанит MnTiO_3 , $\text{R}\bar{3}$
 Группа перовскита:
 96. Перовскит CaTiO_3 , Pcnn

97. Лопарит-(Ce) $\text{NaCeTi}_2\text{O}_6$, Pnca
 Группа колумбита:
 98. Колумбит-(Fe) FeNb_2O_6 , Pnca
 99. Колумбит-(Mn) MnNb_2O_6 , Pnca
 100. Колумбит-(Mg) MgNb_2O_6 , Pnca
 101. Танталит-(Fe) FeTa_2O_6 , Pnca
 102. Танталит-(Mn) MnTa_2O_6 , Pnca
 Группа пирохлора:
 103. Пирохлор $\text{NaCaNb}_2\text{O}_6\text{F}$, Fd3m
 Группа эшинита:
 104. Эшинит-(Ce) $\text{Ce}(\text{TiNb})\text{O}_6$, Pbnm
 Группа самарскита:
 105. Самарскит-(Y) YNbO_4 , Pbcn
 Группа криптомелана-романешита:
 106. Криptomелан $\text{K}(\text{Mn}_7^{4+} \text{Mn}_2^{2+})\text{O}_{16}$, I2/m
 107. Романешит $\text{Ba}(\text{Mn}_3^{4+} \text{Mn}_2^{3+})\text{O}_{10} \cdot \text{H}_2\text{O}$, P222

КЛАСС 3.2 ГИДРООКИСЛЫ

(цепочечная структура)

- Группа диаспора:
 108. Диаспор $\text{AlO}(\text{OH})$, Pbnm
 109. Гетит $\text{FeO}(\text{OH})$, Pbnm
 Группа манганита:
 110. Манганит $\text{MnO}(\text{OH})$, B2₁/d

(слоистая структура)

- Группа лепидокрокита:
 111. Лепидокрокит $\text{FeO}(\text{OH})$, Cmcn
 112. Бемит $\text{AlO}(\text{OH})$, Cmcn
 Группа гиббсита:
 113. Гиббсит $\text{Al}(\text{OH})_3$, P2₁/n
 Группа брусита:
 114. Брусит $\text{Mg}(\text{OH})_2$, P $\bar{3}$ m1

КЛАСС 3. 3 СИЛИКАТЫ И ИХ АНАЛОГИ

Подкласс 3.3.1 Островные силикаты (островная структура)

Отдел 3.3.1.1 Ортосиликаты

- Группа оливина:
 115. Форстерит $\text{Mg}_2[\text{SiO}_4]$, Pmcn
 116. Фаялит $\text{Fe}_2[\text{SiO}_4]$, Pmcn
 117. Тефроит $\text{Mn}_2[\text{SiO}_4]$, Pmcn
 Группа циркона:
 118. Циркон $\text{Zr}[\text{SiO}_4]$, I4₁/amd
 119. Торит $\text{Th}[\text{SiO}_4]$, I4₁/amd
 120. Коффинит $\text{U}[\text{SiO}_4]$, I4₁/amd
 Группа фенакита:
 121. Фенакит $\text{Be}_2[\text{SiO}_4]$, R $\bar{3}$
 122. Виллемит $\text{Zn}_2[\text{SiO}_4]$, R $\bar{3}$
 Группа гранатов:
 123. Пироп $\text{Mg}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$, Ia3d

124. Альмандин $\text{Fe}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$, Ia3d
 125. Спессартин $\text{Mn}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$, Ia3d
 126. Уваровит $\text{Ca}_3\text{Cr}_2[\text{SiO}_4]_3$, Ia3d
 127. Гроссуляр $\text{Ca}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$, Ia3d
 128. Андрадит $\text{Ca}_3\text{Fe}_2[\text{SiO}_4]_3$, Ia3d
 129. *Шорломит* $\text{Ca}_3\text{Ti}_2[\text{Fe}_2^{+3}\text{SiO}_{12}]$, Ia3d
 130. *Гибшит* $\text{Ca}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_{3-x}(\text{OH})_{4x}$, Ia3d
- Группа гумита:
 131. Гумит $\text{Mg}_7[\text{SiO}_4]_3\text{F}_2$, Pmcn
 132. Клиногумит $\text{Mg}_9[\text{SiO}_4]_4\text{F}_2$, P2₁/c
 133. Хондродит $\text{Mg}_5[\text{SiO}_4]_2\text{F}_2$, P2₁/c
- Группа кианита – силлиманита:
 134. Кианит $\text{Al}_2[\text{SiO}_4]\text{O}$, P $\bar{1}$
 135. Андалузит $\text{Al}_2[\text{SiO}_4]\text{O}$, Pnnm
 136. Силлиманит $\text{Al}[\text{AlSiO}_5]$, Pbnm
- Группа титанита:
 137. Титанит (сфен) $\text{CaTi}[\text{SiO}_4]\text{O}$, C2/c
- Группа топаза:
 138. Топаз $\text{Al}_2[\text{SiO}_4]\text{F}_2$, Pbnm
- Группа ставролита:
 139. Ставролит $\text{FeAl}_4[\text{SiO}_4]_2\text{O}_2(\text{OH})_2$, C2/m
- Группа хлоритоида:
 140. Хлоритоид $\text{FeAl}_2[\text{SiO}_4]\text{O}(\text{OH})_2$, C2/m, C $\bar{1}$
- Отдел 3.3.1.2 Диортосиликаты и орто-диортосиликаты*
- Группа мелилита:
 141. Акерманит $\text{Ca}_2\text{Mg}[\text{Si}_2\text{O}_7]$, P 4 2₁m
 142. Геленит $\text{Ca}_2\text{Al}[\text{SiAlO}_7]$, P 4 2₁m
- Группа гемиморфита:
 143. Гемиморфит $\text{Zn}_4[\text{Si}_2\text{O}_7](\text{OH})_2\cdot\text{H}_2\text{O}$, Imm2
- Группа лавсонита:
 144. Лавсонит $\text{CaAl}_2[\text{Si}_2\text{O}_7](\text{OH})_2\cdot\text{H}_2\text{O}$, Ccmm
- Группа эпидота – цоизита:
 145. Цоизит $\text{Ca}_2\text{Al}_3[\text{SiO}_4][\text{Si}_2\text{O}_7]\text{O}(\text{OH})$, Pnma
 146. Клиноцоизит $\text{Ca}_2\text{Al}_3[\text{SiO}_4][\text{Si}_2\text{O}_7]\text{O}(\text{OH})$, P2₁/m
 147. Эпидот $\text{Ca}_2(\text{Al}_2\text{Fe})[\text{SiO}_4][\text{Si}_2\text{O}_7]\text{O}(\text{OH})$, P2₁/m
 148. Алланит-(Ce) $\text{CaCeFe}^{2+}\text{Al}_2[\text{SiO}_4][\text{Si}_2\text{O}_7]\text{O}(\text{OH})$, P2₁/m
 149. Пьемонтит $\text{Ca}_2(\text{Al}_2\text{Mn}^{3+})[\text{SiO}_4][\text{Si}_2\text{O}_7]\text{O}(\text{OH})$, P2₁/m
- Группа везувиана:
 150. Везувиан $\text{Ca}_{19}\text{Al}_{10}\text{Mg}_3[\text{SiO}_4]_{10}[\text{Si}_2\text{O}_7]_4(\text{OH})_{10}$, P4/nnc
- Группа пумпеллиита:
 151. Пумпеллиит-(Mg) $\text{Ca}_2\text{MgAl}_2[\text{SiO}_4][\text{Si}_2\text{O}_7](\text{OH})_2\cdot\text{H}_2\text{O}$, A2/m
- Группа астрофиллита:
 152. Астрофиллит $\text{K}_2\text{NaFe}_7\text{Ti}_2[\text{Si}_4\text{O}_{12}]_2\text{O}_2(\text{OH})_4\text{F}$, P $\bar{1}$
 153. Лампрофиллит $\text{Na}_2\text{Sr}_2\text{Ti}_3[\text{Si}_2\text{O}_7]_2\text{O}_2(\text{OH})_2$, C2/m
- Отдел 3.3.1.3 Кольцевые силикаты*
- Группа берилла:
 154. Берилл $\text{Be}_3\text{Al}_2[\text{Si}_6\text{O}_{18}]$, P6/mcc
 155. Диоптаз $\text{Cu}_6[\text{Si}_6\text{O}_{18}]\cdot 6\text{H}_2\text{O}$, R $\bar{3}$

Группа кордиерита:

156. Кордиерит $\text{Mg}_2\text{Al}_3[\text{AlSi}_5\text{O}_{18}]$, $P6/mcc$

Группа турмалина:

157. Шерл $\text{NaFe}_3\text{Al}_6[\text{Si}_6\text{O}_{18}](\text{BO}_3)_3(\text{OH})_4$, $R3m$

158. Дравит $\text{NaMg}_3\text{Al}_6[\text{Si}_6\text{O}_{18}](\text{BO}_3)_3(\text{OH})_4$, $R3m$

159. Эльбаит $\text{Na}(\text{Li}_{1,5}\text{Al}_{1,5})\text{Al}_6[\text{Si}_6\text{O}_{18}](\text{BO}_3)_3(\text{OH})_4$, $R3m$

160. Бюргерит $\text{NaFe}^{3+}_3\text{Al}_6[\text{Si}_6\text{O}_{18}](\text{BO}_3)_3\text{O}_3\text{F}$, $R3m$

161. Увит $\text{CaMg}_3(\text{Al}_5\text{Mg})[\text{Si}_6\text{O}_{18}](\text{BO}_3)_3(\text{OH})_3\text{F}$, $R3m$

162. Лиддиксоакит $\text{Ca}(\text{Li},\text{Al})_3\text{Al}_6[\text{Si}_6\text{O}_{18}](\text{BO}_3)_3(\text{OH})_3\text{F}$,

163. Оленит $\text{NaAl}_3\text{Al}_6[\text{Si}_6\text{O}_{18}](\text{BO}_3)_3\text{O}_3(\text{OH})$, $R3m$

164. Повондраит $\text{NaFe}_3\text{Fe}_6[\text{Si}_6\text{O}_{18}](\text{BO}_3)_3(\text{OH})_4$, $R3m$

165. Хромдравит $\text{NaMg}_3\text{Cr}_6[\text{Si}_6\text{O}_{18}](\text{BO}_3)_3(\text{OH})_4$, $R3m$

Группа аксинита:

166. Аксинит-(Fe) $\text{Ca}_2\text{Fe}^{2+}\text{Al}_2[\text{Si}_4\text{O}_{12}](\text{BO}_3)(\text{OH})$, $P\bar{1}$

167. Аксинит-(Mn) $\text{Ca}_2\text{Mn}^{2+}\text{Al}_2[\text{Si}_4\text{O}_{12}](\text{BO}_3)(\text{OH})$, $P\bar{1}$

168. Аксинит-(Mg) $\text{Ca}_2\text{MgAl}_2[\text{Si}_4\text{O}_{12}](\text{BO}_3)(\text{OH})$, $P\bar{1}$

Группа эвдиалита:

169. Эвдиалит $\text{Na}_{16}\text{Ca}_6\text{Fe}_3\text{Zr}_3[\text{Si}_3\text{O}_9]_2[\text{Si}_9\text{O}_{27}]_2(\text{OH})_4$, $R\bar{3}m$

Подкласс 3.3.2 Цепочечные силикаты (цепочечная структура)

Группа пироксенов:

ОРТОПИРОКСЕНЫ:

170. Энстатит $\text{Mg}_2[\text{Si}_2\text{O}_6]$, $Pbcn$

171. Ферроселит $\text{Fe}_2[\text{Si}_2\text{O}_6]$, $Pbcn$

КЛИНОПИРОКСЕНЫ:

172. Клиноэнстатит $\text{Mg}_2[\text{Si}_2\text{O}_6]$, $P2_1/c$

173. Клиноферросилит $\text{Fe}_2[\text{Si}_2\text{O}_6]$, $P2_1/c$

174. Диопсид $\text{CaMg}[\text{Si}_2\text{O}_6]$, $C2/c$

175. Геденбергит $\text{CaFe}[\text{Si}_2\text{O}_6]$, $C2/c$

Авгит $(\text{Ca},\text{Na})(\text{Mg},\text{Fe},\text{Al},\text{Ti})[(\text{Si},\text{Al})_2\text{O}_6]$ = разн. Диопсида $C2/c$

176. Эгирин $\text{NaFe}[\text{Si}_2\text{O}_6]$, $C2/c$

177. Жадеит $\text{NaAl}[\text{Si}_2\text{O}_6]$, $C2/c$

178. Сподумен $\text{LiAl}[\text{Si}_2\text{O}_6]$, $C2/c$

Семейство пироксеноидов

Группа волластонита:

179. Волластонит $\text{Ca}_3[\text{Si}_3\text{O}_9]$, $P\bar{1}$

180. Пектолит $\text{NaCa}_2[\text{Si}_3\text{O}_8(\text{OH})]$, $P\bar{1}$

Группа родонита:

181. Родонит $\text{CaMn}_4[\text{Si}_5\text{O}_{15}]$, $P\bar{1}$

Подкласс 3.3.3 Ленточные силикаты (ленточная структура)

Семейство амфиболов:

Магнезиально-железистые и литиевые

182. Антофиллит $\text{Mg}_7[\text{Si}_8\text{O}_{22}](\text{OH})_2$, $Pnma$

183. Ферроантофиллит $\text{Fe}_7[\text{Si}_8\text{O}_{22}](\text{OH})_2$, $Pnma$

184. Жедрит $\text{Mg}_5\text{Al}_2[\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{22}](\text{OH})_2$, $Pnma$

185. Холмквистит $\text{Li}_2\text{Mg}_3\text{Al}_2[\text{Si}_8\text{O}_{22}](\text{OH})_2$, $Pnma$

186. Куммингтонит $\text{Mg}_7[\text{Si}_8\text{O}_{22}](\text{OH})_2$, $C2/m$

187. Грюнерит $\text{Fe}_7[\text{Si}_8\text{O}_{22}](\text{OH})_2$, $C2/m$

Кальциевые

188. Тремолит $\text{Ca}_2\text{Mg}_5[\text{Si}_8\text{O}_{22}](\text{OH})_2$, C2/m
189. Ферроактинолит $\text{Ca}_2\text{Fe}_5[\text{Si}_8\text{O}_{22}](\text{OH})_2$, C2/m
190. Магнезиогорнблендит $\text{Ca}_2(\text{Mg}_4\text{Al})[\text{AlSi}_7\text{O}_{22}](\text{OH})_2$, C2/m
191. Феррогорнблендит $\text{Ca}_2(\text{Fe}_4\text{Al})[\text{AlSi}_7\text{O}_{22}](\text{OH})_2$, C2/m
192. Паргасит $\text{NaCa}_2(\text{Mg}_4\text{Al})[\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{22}](\text{OH})_2$, C2/m
193. Гастингсит $\text{NaCa}_2(\text{Fe}_4\text{Fe}^{3+})[\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{22}](\text{OH})_2$, C2/m
194. Рихтерит $\text{Na}_2\text{CaMg}_5[\text{Si}_8\text{O}_{22}](\text{OH})_2$, C2/m

Натриевые

195. Глаукофан $\text{Na}_2(\text{Mg}_3\text{Al}_2)[\text{Si}_8\text{O}_{22}](\text{OH})_2$, C2/m
196. Рибекит $\text{Na}_2(\text{Fe}_3\text{Fe}^{3+}_2)[\text{Si}_8\text{O}_{22}](\text{OH})_2$, C2/m
197. Арфведсонит $\text{Na}_3(\text{Fe}_4\text{Fe}^{3+})[\text{Si}_8\text{O}_{22}](\text{OH})_2$, C2/m

Роговая обманка	Общее название амфиболов ряда феррогорнблендит – магнезиогорнблендита
------------------------	---

Подкласс 3.3.4 Листовые силикаты (слоистая структура)

Двухслойные силикаты и алюмосиликаты

Группа серпентина:

198. Хризотил $\text{Mg}_3[\text{Si}_2\text{O}_5](\text{OH})_4$, Cc, Cm (2M₁)
199. Лизардит $\text{Mg}_3[\text{Si}_2\text{O}_5](\text{OH})_4$, P31m (1T)
200. Антигорит $\text{Mg}_3[\text{Si}_2\text{O}_5](\text{OH})_4$, Pm, P2/m
201. Амезит $\text{Mg}_2\text{Al}[\text{AlSiO}_5](\text{OH})_4$, P6₃ (2H₂)
202. Непуит $\text{Ni}_3[\text{Si}_2\text{O}_5](\text{OH})_4$, P31m (1T), Cc (2M₁)
203. Гриналит $\text{Fe}_3[\text{Si}_2\text{O}_5](\text{OH})_4$, P31m (1T)

Группа каолинита:

204. Каолинит $\text{Al}_2[\text{Si}_2\text{O}_5](\text{OH})_4$, P1̄ (1T)
205. Диккит $\text{Al}_2[\text{Si}_2\text{O}_5](\text{OH})_4$, Cc (2M)
206. Накрит $\text{Al}_2[\text{Si}_2\text{O}_5](\text{OH})_4$, Cc (2M)
207. Галлуазит $\text{Al}_2[\text{Si}_2\text{O}_5](\text{OH})_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} - 10\text{\AA}$, Cm

Группа хризоколлы:

208. Хризоколла $\text{Cu}_4\text{H}_2[\text{Si}_2\text{O}_5](\text{OH})_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, ромб.

Трехслойные силикаты и алюмосиликаты

Группа талька:

209. Тальк $\text{Mg}_3[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2$, C2/c, P

Группа пирофиллита:

210. Пирофиллит $\text{Al}_2[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2$, C2/c, P

Группа смектитов:

211. Монтмориллонит $(\text{Na}_{0,33} \cdot n\text{H}_2\text{O})(\text{Al}_{1,67}\text{Mg}_{0,33})[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2$, мон.
212. Нонтронит $\text{Fe}^{3+}_2[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, мон.
213. Бейделлит $\text{Na}_{0,5}\text{Al}_2[\text{Al}_{0,5}\text{Si}_{3,5}\text{O}_{10}](\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, мон.
214. Сапонит $\text{Ca}_{0,25}\text{Mg}_3[\text{Al}_{0,5}\text{Si}_{3,5}\text{O}_{10}](\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, мон.

Группа палыгорскита:

215. Палыгорскит $\text{Mg}_5[\text{Si}_4\text{O}_{10}]_2(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, F2/m
216. Сепиолит $\text{Mg}_4[\text{Si}_6\text{O}_{15}](\text{OH})_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, Pnan

Группа слюд

Собственно слюды:

217. Мусковит $\text{KAl}_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2$, C2/c (1M)
218. Парагонит $\text{NaAl}_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2$, C2/c (1M)
219. Селадонит $\text{K}(\text{MgFe}^{+3})[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2$, C2/c

220. Флогопит $\text{KMg}_3[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2$, C2/m (2M₁)
 221. Аннит $\text{KFe}_3[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2$, C2/m (2M₁)
 222. Сидерофиллит $\text{K}(\text{Fe}_2\text{Al})[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}](\text{OH})_2$, C2/m (2M₁)
 223. *Тетраферрифлогопит* $\text{KMg}_3[\text{FeSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2$, C2/m (2M₁)
 224. Полилитионит $\text{K}(\text{Li}_2\text{Al})[\text{Si}_4\text{O}_{10}]\text{F}_2$, C2/m (2M₁)
 225. Трилитионит $\text{K}(\text{Li}_{1.5}, \text{Al}_{1.5})[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}]\text{F}_2$, C2/m (2M₁)

Биотит	Промежуточный член ряда Флогопит – Аннит и Сидерофиллит – Инстонит
Лепидолит	Промежуточный член ряда Полилитионит - Трилитионит
Циннвальдит	Промежуточный член ряда Сидерофиллит - Полилитионит

Хрупкие слюды:

226. Маргарит $\text{CaAl}_2[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}](\text{OH})_2$, C2/c
 227. *Клинтонит* $\text{Ca}(\text{Mg}_2\text{Al})[\text{Al}_3\text{SiO}_{10}](\text{OH})_2$, C2/m

Гидра тированные слюды:

228. *Иллит* $\text{K}_{0.65}\text{Al}_2[\text{Al}_{0.65}\text{Si}_{3.35}\text{O}_{10}](\text{OH})_2$, серия слюд с дефицитом меж-слоевых катионов.
 229. Глауконит $\text{K}_{0.8}(\text{Fe}^{3+}_{1.33}\text{Mg}_{0.67})[\text{Al}_{0.13}\text{Si}_{3.87}\text{O}_{10}](\text{OH})_2$, серия слюд с дефицитом межслоевых катионов.
 230. Вермикулит $(\text{Mg}_{0.5} \cdot n\text{H}_2\text{O})\text{Mg}_3[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2$, Cc

Группа хлоритов:

231. Клинохлор $\text{Mg}_5\text{Al}[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_8$, мон.
 232. Шамозит $\text{Fe}_5\text{Al}[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_8$, мон
 233. Судоит $\text{Mg}_2\text{Al}_3[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_8$, мон
 234. Кукеит $\text{LiAl}_4[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_8$, мон

Группа пренита:

235. Пренит $\text{Ca}_2\text{Al}[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2$, P2cm

Группа датолита:

236. Датолит $\text{Ca}\{\text{B}[\text{SiO}_4]\text{OH}\}$, P2₁/a

Группа апофиллита:

237. Апофиллит-(KF) $\text{KCa}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}]\text{F} \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, P4/mnc
 238. Апофиллит-(KOH) $\text{KCa}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH}) \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, P4/mnc
 239. Апофиллит-(NaF) $\text{NaCa}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}]\text{F} \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, P4/mnc

Подкласс 3.3.5 Каркасные силикаты (каркасная структура)

Группа полевых шпатов:

240. Санидин $\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$, C2/m
 241. Ортоклаз $\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$, C2/m
 242. Микроклин $\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$, C $\bar{1}$
 243. Цельзиан $\text{Ba}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$, C2/m
 244. Альбит $\text{Na}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$, P $\bar{1}$ - I $\bar{1}$
 245. Анортит $\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$, P $\bar{1}$ - I $\bar{1}$

Семейство фельдшпатидов

Группа скаполита:

246. Мариалит $\text{Na}_4[\text{AlSi}_3\text{O}_8]_3\text{Cl}$, I4/m
 247. Мейонит $\text{Ca}_4[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]_3\text{CO}_3$, I4/m

Группа нефелина:

248. Нефелин $\text{KNa}_3[\text{AlSiO}_4]_4$, P6_3
 Группа содалита:
 249. Содалит $\text{Na}_8[\text{AlSiO}_4]_6\text{Cl}_2$, $\text{P}\bar{4}3\text{n}$
 250. Нозеан $\text{Na}_8[\text{AlSiO}_4]_6(\text{SO}_4)$, $\text{P}\bar{4}3\text{n}$
 251. Гаюин $\text{Na}_6\text{Ca}_2[\text{AlSiO}_4]_6(\text{SO}_4)_2$, $\text{P}\bar{4}3\text{m}$
 252. Лазурит $\text{Na}_6\text{Ca}_2[\text{AlSiO}_4]_6(\text{SO}_4, \text{S}_2)_2$, $\text{P}\bar{4}3\text{m}$
 Группа канкринита:
 253. Канкринит $\text{Na}_6\text{Ca}_2[\text{AlSiO}_4]_6(\text{CO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, P6_3
 254. Вишневит $\text{Na}_8[\text{AlSiO}_4]_6(\text{SO}_4) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, P6_3
 Группа лейцита:
 255. Лейцит $\text{K}[\text{AlSi}_2\text{O}_6]$, $\text{Ia}3\text{d} - \text{I4}_1/\text{a}$
 Группа цеолитов:
 256. Натролит $\text{Na}_2[\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{Fdd}2$
 257. Сколецит $\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, $\text{Cc} (?)$
 258. Стилбит-Са $(\text{NaCa}_4)[\text{Al}_9\text{Si}_{27}\text{O}_{72}] \cdot 28\text{H}_2\text{O}$, $\text{C2}/\text{m}$
 259. Гейландит-Са $\text{Ca}_2[\text{Al}_4\text{Si}_{14}\text{O}_{36}] \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, $\text{C2}/\text{m}$
 260. Шабазит-Са $\text{Ca} [\text{AlSi}_2\text{O}_6]_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{R}\bar{3}\text{m}$
 261. Анальцит $\text{Na}[\text{AlSi}_2\text{O}_6] \cdot \text{H}_2\text{O}$, $\text{Ia}3\text{d}$
 262. Поллуцит $\text{Cs}_2[\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}] \cdot n\text{H}_2\text{O}$, $\text{Ia}3\text{d}$
 Группа данбурита:
 263. Данбурит $\text{Ca}[\text{B}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$, Pbnm

КЛАСС 3.4, 3.5, 3.6 ФОСФАТЫ, АРСЕНАТЫ, ВАНАДАТЫ

- Группа апатита:
 264. Апатит-(CaF) $\text{Ca}_5[\text{PO}_4]_3\text{F}$, $\text{P6}_3/\text{m}$
 265. Апатит-(CaCl) $\text{Ca}_5[\text{PO}_4]_3\text{Cl}$, $\text{P2}_1/\text{b}$
 266. Апатит-(CaOH) $\text{Ca}_5[\text{PO}_4]_3(\text{OH})$, $\text{P6}_3/\text{m}$
 267. Апатит-(SrOH) $\text{Sr}_5[\text{PO}_4]_3(\text{OH})$, $\text{P6}_3/\text{m}$
 Франколит = Апатит-(CaF) обогащ. CO_3^{2-}
 Даллит = Апатит(CaOH) обогащ. CO_3^{2-}
 268. Пироморфит $\text{Pb}_5[\text{PO}_4]_3\text{Cl}$, $\text{P6}_3/\text{m}$
 269. Ванадинит $\text{Pb}_5[\text{AsO}_4]_3\text{Cl}$, $\text{P2}_1/\text{b} - \text{P6}_3/\text{m}$
 270. Миметит $\text{Pb}_5[\text{VO}_4]_3\text{Cl}$, $\text{P6}_3/\text{m}$
 Группа вивианита:
 271. Вивианит $\text{Fe}_3[\text{PO}_4]_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, $\text{C2}/\text{m}$
 272. Эритрин $\text{Co}_3[\text{AsO}_4]_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, $\text{C2}/\text{m}$
 273. Аннабергит $\text{Ni}_3[\text{AsO}_4]_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, $\text{C2}/\text{m}$
 Группа скородита:
 274. Скородит $\text{Fe}[\text{AsO}_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, Pcab
 Группа монацита:
 275. Монацит-(Ce) $\text{Ce}[\text{PO}_4]$, $\text{P2}_1/\text{n}$
 Группа ксенотима:
 276. Ксенотим-(Y) $\text{Y}[\text{PO}_4]$, $\text{I4}_1/\text{amd}$
 Семейство урановых слюдок:
 277. Отенит $\text{Ca}(\text{UO}_2)_2[\text{PO}_4]_2 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, $\text{I4}/\text{mmm}$
 278. Торбернит $\text{Cu}(\text{UO}_2)_2[\text{PO}_4]_2 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, $\text{I4}/\text{mmm}$
 279. Карнотит $\text{K}_2(\text{UO}_2)_2[\text{VO}_4]_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, $\text{P2}_1/\text{a}$
 280. Тюямунит $\text{Ca}(\text{UO}_2)_2[\text{VO}_4]_2 \cdot 6-8\text{H}_2\text{O}$, ромб.

Группа бирюзы:

281. Бирюза $\text{CuAl}_6[\text{PO}_4]_4(\text{OH})_8 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, $P\bar{1}$

КЛАСС 3.7 СУЛЬФАТЫ

Группа барита:

282. Барит $\text{Ba}[\text{SO}_4]$, $Pnma$

283. Целестин $\text{Sr}[\text{SO}_4]$, $Pnma$

284. Англезит $\text{Pb}[\text{SO}_4]$, $Pnma$

Группа ангидрита:

285. Ангидрит $\text{Ca}[\text{SO}_4]$, $Cmmm$

Группа гипса:

286. Гипс $\text{Ca}[\text{SO}_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $C2/c$

Группа алунита:

287. Алунит $\text{KAl}_3[\text{SO}_4]_2(\text{OH})_6$, $R\bar{3}m$

288. Ярозит $\text{KFe}_3[\text{SO}_4]_2(\text{OH})_6$, $R\bar{3}m$

Группа тенардита:

289. Тенардит $\text{Na}_2[\text{SO}_4]$, $Fddd$

Группа мирабилита:

290. Мирабилит $\text{Na}_2[\text{SO}_4] \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, $P2_1/c$

Семейство купоросов:

291. Эпсомит $\text{Mg}[\text{SO}_4] \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $P2_12_12_1$

292. Госларит $\text{Zn}[\text{SO}_4] \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $P2_12_12_1$

293. Мелантерит $\text{Fe}[\text{SO}_4] \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $F2/d$

294. Бутит $\text{Cu}[\text{SO}_4] \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $F2/d$

Группа квасцов:

295. Квасцы-(K) $\text{KAl}_3[\text{SO}_4]_2 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, $Pa\bar{3}$

296. Квасцы-(Na) $\text{NaAl}_3[\text{SO}_4]_2 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, $Pa\bar{3}$

297. Квасцы-(NH_4) $(\text{NH}_4)\text{Al}_3[\text{SO}_4]_2 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, $Pa\bar{3}$

КЛАСС 3.8, 3.9, 3.10 ХРОМАТЫ, ВОЛЬФРАМАТЫ, МОЛИБДАТЫ

Группа крокоита:

298. Крокоит $\text{Pb}[\text{CrO}_4]$, $P2_1/a$

299. Вокелинит $\text{Pb}_2\text{Cu}[\text{CrO}_4][\text{PO}_4](\text{OH})$, $2/m$

Группа шеелита:

300. Шеелит $\text{Ca}[\text{WO}_4]$, $I4_1/a$

301. Повеллит $\text{Ca}[\text{MoO}_4]$, $I4_1/a$

302. Вульфенит $\text{Pb}[\text{MoO}_4]$, $I4_1/a$

303. Штольцит $\text{Pb}[\text{WO}_4]$, $I4_1/a$

Группа вольфрамитов:

304. Гюбнерит $\text{Mn}[\text{WO}_4]$, $P2/c$

305. Ферберит $\text{Fe}[\text{WO}_4]$, $P2/c$

КЛАСС 3.11 КАРБОНАТОВ

Группа кальцита:

306. Кальцит $\text{Ca}[\text{CO}_3]$, $R\bar{3}c$

307. Магнезит $\text{Mg}[\text{CO}_3]$, $R\bar{3}c$

308. Сидерит $\text{Fe}[\text{CO}_3]$, $R\bar{3}c$

309. Родохрозит $\text{Mn}[\text{CO}_3]$, $R\bar{3}c$

310. Смитсонит $\text{Zn}[\text{CO}_3]$, $R\bar{3}c$
 Группа арагонита:
 311. Арагонит $\text{Ca}[\text{CO}_3]$, $Pm\bar{c}n$
 312. Стронцианит $\text{Sr}[\text{CO}_3]$, $Pm\bar{c}n$
 313. Церуссит $\text{Pb}[\text{CO}_3]$, $Pm\bar{c}n$
 314. Витерит $\text{Ba}[\text{CO}_3]$, $Pm\bar{c}n$
 Группа доломита:
 315. Доломит $\text{CaMg}[\text{CO}_3]_2$, $R\bar{3}$
 316. Анкерит $\text{CaFe}[\text{CO}_3]_2$, $R\bar{3}$
 317. *Кутнагорит* $\text{CaMn}[\text{CO}_3]_2$, $R\bar{3}$
 Группа малахита:
 318. Малахит $\text{Cu}_2[\text{CO}_3](\text{OH})_2$, $P2_1/a$
 319. Азурит $\text{Cu}_3[\text{CO}_3]_2(\text{OH})_2$, $P2_1/c$
 Группа бастнезита:
 320. Бастнезит-(Ce) $\text{Ce}[\text{CO}_3]\text{F}$, $P\bar{6}2c$
 321. *Паризит*-(Ce) $\text{CaCe}_2[\text{CO}_3]_3\text{F}_2$, $R\bar{3}$
 Семейство содовых минералов:
 322. Термонатрит $\text{Na}_2[\text{CO}_3] \cdot \text{H}_2\text{O}$, $Pmmm$
 323. Сода $\text{Na}_2[\text{CO}_3] \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, $2/m$

КЛАСС 3.11 БОРАТЫ

Подкласс 3.11.1 Островные бораты (островная структура)

- Группа людвигита:
 324. Людвигит $\text{Mg}_2\text{Fe}^{3+}[\text{BO}_3]\text{O}_2$, $Pcma$
 Группа ссайбелиита:
 325. Ссайбелиит (ашарит) $\text{Mg}_2[\text{B}_2\text{O}_4(\text{OH})](\text{OH})$, $P2_1/c$
 Группа иньюита:
 326. Иньюит $\text{Ca}[\text{B}_3\text{O}_3(\text{OH})_5] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, $P2_1/a$
 Группа буры:
 327. Буря $\text{Na}_2[\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4] \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, $C2/c$

Подкласс 3.11.2 Цепочечные бораты (цепочечная структура)

- Группа гидроборацита:
 328. Гидроборацит $\text{CaMg}[\text{B}_3\text{O}_4(\text{OH})_3]_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, $P2/c$
 Группа колеманита:
 329. Колеманит $\text{Ca}[\text{B}_3\text{O}_4(\text{OH})_3] \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $P2_1/a$
 Группа улексита:
 330. Улексит $\text{NaCa}[\text{B}_5\text{O}_6(\text{OH})_4] \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $P\bar{1}$

Подкласс 3.11.3 Каркасные бораты (каркасная структура)

- Группа борацита:
 331. Борацит $\text{Mg}_3[\text{B}_7\text{O}_{13}]\text{Cl}$, $F\bar{4}3c$

КЛАСС 3.12 НИТРАТЫ

- Группа селитры:
 332. Калиевая селитра $\text{K}[\text{NO}_3]$, $Pcmm$
 Группа нитратина:
 333. Нитратин (натриевая селитра) $\text{Na}[\text{NO}_3]$, $R\bar{3}c$

ТИП IV. ГАЛОГЕНИДЫ

КЛАСС 4.1 ХЛОРИДЫ

Группа галита

- 334. Галит NaCl , Fm3m
- 335. Сильвин KCl , Fm3m

Группа нашатыря:

- 336. Нашатырь NH_4Cl , Pm3m

Группа хлораргирита:

- 337. Хлораргирит AgCl , Fm3m
- 338. Бромаргирит AgBr , Fm3m

Группа карналлита:

- 339. Карналлит $\text{KMgCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, Pbn

Группа бишофита:

- 340. Бишофит MgCl_2 , C2/m

Группа атакамита:

- 341. Атакамит $\text{Cu}_2\text{Cl}(\text{OH})_3$, Pnam

КЛАСС 4.2 ФТОРИДЫ

Группа флюорита:

- 342. Флюорит CaF_2 , Fm3m

Группа виллиомита:

- 343. Виллиомит NaF , Fm3m

Группа селлаита:

- 344. Селлаит MgF_2 , $\text{P4}_2/\text{mnm}$

Группа криолита:

- 345. Криолит Na_3AlF_6 , $\text{P2}_1/\text{n}$

РАСЧЕТ ФОРМУЛ МИНЕРАЛОВ

Расчет формулы минерала по результатам химического анализа в зависимости от состава может производиться разными способами. Наибольшее распространение получили два: по количеству формульных единиц и по кислороду. Полная характеристика всех способов приводится в специальных руководствах И.Д.Борнеман-Старынкевич (1964), А.Г.Булаха (1964, 1966, 1971) и А.Г.Булаха, В.Г.Кривовичева, А.А.Золотарева (1995). Некоторые приемы расчета формул минералов даны в переводных учебниках по минералогии Л.Берри, Б.Мейсона, Р.Дитриха (1982), Х.Батти и А.Принга (2001).

Рассмотрим порядок расчета формулы минерала первым способом – по количеству формульных единиц. Этот прием обычно используется для пересчета химического состава самородных элементов, интерметаллидов, сульфидов и их аналогов.

Имеется химический состав арсенопирита, где содержание отдельных элементов приведено в массовых процентах. Стехиометрическая формула арсенопирита имеет вид: FeAsS . Требуется определить реальные коэффициенты для каждого элемента. Порядок действий выглядит так (табл. 1):

1. Выписываем в столбик друг под друга элементы, на которые был выполнен химический анализ.
2. Против каждого элемента выписываем его содержание по результатам химического анализа, а внизу подсчитываем сумму.
3. В следующем столбике записываем атомную массу каждого элемента.
4. Рассчитываем атомные количества каждого элемента, как частное от деления его содержания на атомную массу.

5. Определяем атомное количество, приходящееся на одну формульную единицу. Для этого суммируем содержание всех атомных количеств и делим их на количество формульных единиц, учитывая коэффициенты в стехиометрической формуле.
6. Записываем кристаллохимическую формулу минерала, заключая элементы в изоморфном положении в круглые скобки. Сумма кристаллохимических коэффициентов не должна отличаться от количества формульных единиц.

Таблица 1

Расчет формулы арсенопирита

Элемент	Содержание масс. %	Атомная масса	Атомное количество	Формульные единицы
1	2	3	4	5
Fe	33.51	55.85	6000	0.93
Co	1.01	58.94	171	0.03
Ni	1.24	58.71	211	0.03
As	42.85	74.91	5720	0.89
S	23.28	32.06	7261	1.12
Σ	101.89		19363	3.00

Атомное количество, приходящееся на 1 ф.е. = $19363/3 = 6454$

Эмперическая формула имеет вид: $(\text{Fe}_{0.93}, \text{Co}_{0.03}, \text{Ni}_{0.03})_{0.99} \text{As}_{0.89} \text{S}_{1.12}$

В том случае, если в составе минерала присутствует кислород, расчет формулы минерала производится вторым способом. Имеются результаты химического анализа ильменита, которые нужно пересчитать на кристаллохимическую формулу. Стехиометрическая формула ильменита имеет вид: FeTiO_3 . Порядок действий выглядит таким образом (табл. 2):

1. Выписываем в столбик элементы в окисной форме, так как кислород в результате анализа отдельно не определяется. Гигроскопическая вода (H_2O) в состав минерала не входит и в расчетах не учитывается.
2. Записываем содержание каждого окисла, в изученной пробе.
3. В третьей колонке записываем молекулярную массу окислов.
4. Рассчитываем молекулярное количество каждого компонента, как частное от деления содержания окисла на его молекулярную массу.
5. Рассчитываем атомное количество катиона, как произведение молекулярного количества оксида на число катионов в его формуле.
6. Аналогичным способом рассчитываем атомные количества кислорода для каждого окисла. Суммируем все значения и, определяем какое атомное количество кислорода приходится на один атом кислорода в формуле, разделив сумму на количество атомов кислорода.
7. Определяем количество формульных единиц в кристаллохимической формуле, как частное от деления столбца пять на атомное количество кислорода приходящегося на один атом в формуле.
8. В последнем столбце определяем сумму положительных зарядов, которая должна соответствовать сумме отрицательных. Это свидетельствует о правильности произведенных расчетов.

В кристаллохимической формуле элементы записываются в порядке уменьшения их количества. Элементы, находящиеся в изоморфном положении заключаются в круглые скобки и пишутся через запятую. Все коэффициенты округляются до сотых.

Иной способ вычислений предложен в учебнике Х.Батти и А.Принга (2001) несколько отличный, от предложенного ранее. Первые четыре столбца выглядят аналогичным образом. Далее расчеты имеют следующую последовательность (табл. 3):

В столбце пять рассчитывается атомное количество кислорода таким же образом, как и в таблице 2. Далее, сумму атомных количеств кислорода относят к трем, получая общий делитель несколько иного вида.

Таблица 2

Расчет формулы ильменита							
Окислы	Содерж. масс. %	Молек. масса	Молек. колич.	Атомн. кол-ва		Число катион.	Сумма зарядов
				Катион	Анион		
1	2	3	4	5	6	7	8
MgO	0.63	40.31	0.0156	0.0156	0.0156	0.023	0.046
MnO	0.25	70.94	0.0035	0.0035	0.0035	0.005	0.010
FeO	43.93	71.85	0.6114	0.6114	0.6114	0.914	1.828
Fe ₂ O ₃	2.73	159.70	0.0171	0.0342	0.0513	0.051	0.152
TiO ₂	52.94	79.90	0.6626	0.6626	1.3252	0.990	3.960
Сумма	100.48				2.0070		5.996
Общий делитель = 2.0070/3 = 0.6690							

Эмпирическая формула: $(\text{Fe}_{0.91}, \text{Fe}^{3+}_{0.05}, \text{Mg}_{0.02}, \text{Mn}_{0.01})_{0.99} \text{Ti}_{0.99} \text{O}_3$

Для получения формулы ильменита содержащей три атома кислорода, необходимо произвести перерасчет соотношения атомов. Для этого молекулярные количества каждого окисла умножается на общий делитель.

Расчет количества катионов в формуле определяется из соотношения металл - кислород в формуле окисла в первой колонке. Проверка расчетов осуществляется по подсчету положительных зарядов в кристаллохимической формуле.

В целом оба расчета дают идентичный результат только несколько различную смысловую нагрузку содержат колонки пять и шесть.

Таблица 3

Расчет формулы ильменита							
Окислы	Содерж. масс. %	Молек. масса	Молек. колич.	Атомн. кол-ва О	Кол-во анион.	Число катион.	Сумма зарядов
1	2	3	4	5	6	7	8
MgO	0.63	40.31	0.0156	0.0156	0.0233	0.023	0.046
MnO	0.25	70.94	0.0035	0.0035	0.0052	0.005	0.010
FeO	43.93	71.85	0.6114	0.6114	0.9140	0.914	1.828
Fe ₂ O ₃	2.73	159.70	0.0171	0.0513	0.0767	0.051	0.152
TiO ₂	52.94	79.90	0.6626	1.3252	1.9812	0.990	3.960
Сумма	100.48			2.0070			5.996
Общий делитель = 3/2.0070 = 1,495							

Кристаллохимическая формула: $(\text{Fe}_{0.91}, \text{Fe}^{3+}_{0.05}, \text{Mg}_{0.02}, \text{Mn}_{0.01})_{0.99} \text{Ti}_{0.99} \text{O}_3$

Вычисления усложняются для минералов содержащих наряду с кислородом дополнительные анионы F, Cl, S²⁻. Это такие минералы, как некоторые амфиболы, слюды, апатит, содалит и другие. Для таких минералов необходимо вносить поправку на повышенное количество кислорода, так как при полном химическом анализе все элементы путем прокаливании переводятся в окислы. Поправку по фтору находят из соотноше-

ния $2F^- = O^{2-}$, численно выражая в виде коэффициента $38,00/16,00 = 2,375$. В вычислениях (табл.4) поправка по фтору есть частное от деления его содержания на найденный коэффициент.

Расчет кристаллохимической формулы арфедсонита содержащего фтор имеет следующие особенности.

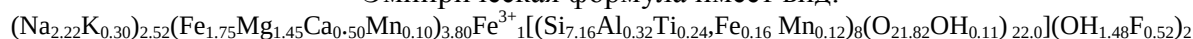
Таблица 4

Расчет формулы арфедсонита $Na_3(Fe,Mg)_4Fe^{3+}[Si_8O_{22}](OH,F)_2$
(кислородный метод)

Окислы	Содерж. мас. %	Молек. масса	Молек. колич.	Атомн. кол-ва		Число катион.	Сумма зарядов катионов	Исправ. число катион.
				Катион	Анион.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Na ₂ O	7,77	61,96	0,1254	0,2508	0,1254	2,198	2,198	2,223
K ₂ O	1,58	92,20	0,0171	0,0342	0,0171	0,299	0,299	0,304
MgO	6,58	40,31	0,1632	0,1632	0,1632	1,430	2,860	1,447
CaO	3,15	56,08	0,0562	0,0562	0,0562	0,493	0,986	0,498
MnO	1,73	70,94	0,0244	0,0244	0,0244	0,214	0,428	0,216
FeO	14,16	71,85	0,1971	0,1971	0,1971	1,727	3,454	1,747
Al ₂ O ₃	1,84	101,96	0,0180	0,0360	0,0540	0,316	0,948	0,320
Fe ₂ O ₃	10,44	159,70	0,0654	0,1308	0,1962	1,146	3,438	1,159
SiO ₂	48,55	60,09	0,8080	0,8080	1,6160	7,081	28,324	7,162
TiO ₂	2,21	79,90	0,0277	0,0277	0,0554	0,243	0,972	0,245
H ₂ O ⁺	1,62	18,02	0,0899	0,1798	0,0899	1,576	1,576	1,594
F	1,12	19,00	0,0589		0,0589	0,516		0,523
Сумма	100,75				2,6538		45,483	
O=F ₂	0,47	16,00			-0,0294			
1,011								
Поправка					2,6244/23=0,1141			

1. В столбце два из общей суммы анализа вычитаем поправку на фтор. Она является частным от деления содержания фтора 1,12 на поправочный коэффициент 2,375 и составляет 0,47.
2. В столбце три наряду с молекулярной массой окислов записываем массу фтора и кислорода.
3. В столбцах четыре и пять вычисления аналогичны рассмотренным ранее.
4. В столбце шесть из общей суммы атомных количеств анионов вычитается поправка на избыток кислорода, которая есть частное от деления поправки на фтор на атомную массу кислорода.
5. Определяем количество кислорода, приходящееся на один атом кислорода. Для этого делим, исправленную сумму анионов на 23, учитывая фтор.
6. В том случае если сумма положительных зарядов отличается от суммы отрицательных, находят поправочный коэффициент как частное от деления этих двух величин. В данном случае делим 46 на сумму валентностей катионов и получаем 1,011. Исправляют число катионов, умножая формульные единицы на полученный коэффициент и размещая их в девятый столбец.

Эмпирическая формула имеет вид:



Расчет формул по зарядам основан на двух положениях: 1 – число положительных зарядов в формуле минерала равно числу отрицательных зарядов, 2 – число отрицательных зарядов идентично им в стехиометрической формуле.

Вначале вычисления ведутся аналогично расчетам по кислороду. Значения столбца шесть получают путем умножения атомных количеств катионов на их валентность. Сумму всех положительных зарядов сравнивают с теоретической. Поправочный коэффициент есть частное от деления теоретической суммы зарядов на сумму, полученную в столбце шесть. Число катионов в формуле определяют путем умножения атомного количества катионов на поправочный коэффициент. Наиболее часто этот метод используется для расчета формул амфиболов и слюд.

Таблица 5

Расчет формулы арфедсонита $\text{Na}_3(\text{Fe,Mg})_4\text{Fe}^{3+}[\text{Si}_8\text{O}_{22}](\text{OH,F})_2$
(метод зарядов)

Окислы	Содерж. масс. %	Молек. масса	Молек. колич.	Атом. кол. катион.	Валент. катион.	Число ка- тион.
1	2	3	4	5	6	7
Na_2O	7,77	61,96	0,1254	0,2508	0,2508	2.223
K_2O	1,58	92,20	0,0171	0,0342	0,0342	0.303
MgO	6,58	40,31	0,1632	0,1632	0,3264	1.447
CaO	3,15	56,08	0,0562	0,0562	0,1124	0.498
MnO	1,73	70,94	0,0244	0,0244	0,0488	0.216
FeO	14,16	71,85	0,1971	0,1971	0,3942	1.747
Al_2O_3	1,84	101,96	0,0180	0,0360	0,1080	0.319
Fe_2O_3	10,44	159,70	0,0654	0,1308	0,3924	1.159
SiO_2	48,55	60,09	0,8080	0,8080	3,2320	7.162
TiO_2	2,21	79,90	0,0277	0,0277	0,1108	0.245
H_2O^+	1,62	18,02	0,0899	0,1798	0,1798	1.594
F	1,12	19,00	0,0589			0.522
Сумма	100,75				5.1898	
Поправка $\text{O}=\text{F}_2$	-0.47				$46/5.1898=$ 8.8635	

Эмпирическая формула имеет вид:



ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

- Годовиков А.А. Минералогия. М., 1983. 519 с.
 Булах А.Г., Кривовичев В.Г., Золотарев А.А. Формулы минералов. Термодинамический анализ в минералогии и геохимии. СПб., 1995. 260 с.
 Вертушков Г.Н., Авдонин В.Н. Таблицы для определения минералов по физическим и химическим свойствам. М., 1980. 295 с.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

- Батти Х., Принг А. Минералогия для студентов. М., 2001. 429 с.
 Белов Н.В. Очерки по структурной минералогии. М., 1976. 344 с.

- Берри Л., Мейсон Б., Дитрих Р. Минералогия: теоретические основы. Описание минералов. Диагностические таблицы. М., 1987. 636 с.
- Бетехтин А.Г. Курс минералогии. М., 1961. 539 с.
- Булах А.Г. Минералогия с основами кристаллографии. М., 1989. 359 с.
- Булах А.Г. Общая минералогия. СПб., 1999. 356 с.
- Булах А.Г. Расчет формул минералов. 2-е изд. Испр. И дополн. М., 1967. 68 с.
- Годовиков А.А. Введение в минералогия. Новосибирск, 1973. 256с.
- Лазаренко Е.К. Курс минералогии. М., 1971. 607 с.
- Миловский А.В., Кононов О.В. Минералогия. М., 1982. 312 с.
- Минералогическая энциклопедия /под ред. К.Фрея. Л., 1985. 512 с.
- Митчелл В.С. Названия минералов: Что они обозначают? М., 1982. 248 с.
- Поваренных А.С. Кристаллохимическая классификация минеральных видов. Киев, 1966. 547 с.
- Семенов Е.И. Систематика минералов. Л., 1991. 399 с.
- Флейшер М. Словарь минеральных видов. М., 1990. 206 с.

Классификация минеральных индивидов и их формулы: Методические указания по дисциплине «Кристаллография и минералогия» для специальности 29.03.04 «Технология художественной обработки материалов»

Составитель: С.Г.Суставов, доц., канд. геол.-минерал. Наук

Корректурa кафедры минералогии, петрографии и геохимии
Подписано к печати
Формат бумаги 60x84 1/16
Печ. Л. 1,3. Тираж 50 экз. Заказ №

Лаборатория множительной техники УГГУ
620144, Екатеринбург, Куйбышева, 30

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

Полянок О.В., к.пс.н., доцент

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

ФТД.01 ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ТРУДА

Направление подготовки

29.03.04 Технология художественной обработки материалов

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ОСНОВНЫЕ КАТЕГОРИИ ДИСЦИПЛИНЫ.....	6
САМООРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ С ЛИТЕРАТУРОЙ.....	8
ПОДГОТОВКА К ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫМ ЗАДАНИЯМ.....	12
ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ЗАДАНИЯ.....	13
ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ.....	28

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа в высшем учебном заведении - это часть учебного процесса, метод обучения, прием учебно-познавательной деятельности, комплексная целевая стандартизованная учебная деятельность с запланированными видом, типом, формами контроля.

Самостоятельная работа представляет собой плановую деятельность обучающихся по поручению и под методическим руководством преподавателя.

Целью самостоятельной работы студентов является закрепление тех знаний, которые они получили на аудиторных занятиях, а также способствование развитию у студентов творческих навыков, инициативы, умению организовать свое время.

Самостоятельная работа реализует следующие задачи:

- предполагает освоение курса дисциплины;
- помогает освоению навыков учебной и научной работы;
- способствует осознанию ответственности процесса познания;
- способствует углублению и пополнению знаний студентов, освоению ими навыков и умений;
- формирует интерес к познавательным действиям, освоению методов и приемов познавательного процесса,
- создает условия для творческой и научной деятельности обучающихся;
- способствует развитию у студентов таких личных качеств, как целеустремленность, заинтересованность, исследование нового.

Самостоятельная работа обучающегося выполняет следующие функции:

- развивающую (повышение культуры умственного труда, приобщение к творческим видам деятельности, обогащение интеллектуальных способностей студентов);
- информационно-обучающую (учебная деятельность студентов на аудиторных занятиях, неподкрепленная самостоятельной работой, становится мало результативной);
- ориентирующую и стимулирующую (процессу обучения придается ускорение и мотивация);
- воспитательную (формируются и развиваются профессиональные качества бакалавра и гражданина);
- исследовательскую (новый уровень профессионально-творческого мышления).

Организация самостоятельной работы студентов должна опираться на определенные требования, а, именно:

- сложность осваиваемых знаний должна соответствовать уровню развития студентов;
- стандартизация заданий в соответствии с логической системой курса дисциплины;
- объем задания должен соответствовать уровню студента;
- задания должны быть адаптированными к уровню студентов.

Содержание самостоятельной работы студентов представляет собой, с одной стороны, совокупность теоретических и практических учебных заданий, которые должен выполнить студент в процессе обучения, объект его деятельности; с другой стороны - это способ деятельности студента по выполнению соответствующего теоретического или практического учебного задания.

Свое внешнее выражение содержание самостоятельной работы студентов находит во всех организационных формах аудиторной и внеаудиторной деятельности, в ходе самостоятельного выполнения различных заданий.

Функциональное предназначение самостоятельной работы студентов в процессе лекций, практических занятий по овладению специальными знаниями заключается в самостоятельном прочтении, просмотре, прослушивании, наблюдении, конспектировании, осмыслении, запоминании и воспроизведении определенной информации. Цель и планирование самостоятельной работы студента определяет преподаватель. Вся информация осуществляется на основе ее воспроизведения.

Так как самостоятельная работа тесно связана с учебным процессом, ее необходимо рассматривать в двух аспектах:

1. аудиторная самостоятельная работа – практические занятия;
2. внеаудиторная самостоятельная работа – подготовка к практическим занятиям (в т.ч. подготовка к практико-ориентированным заданиям и др.).

Основные формы организации самостоятельной работы студентов определяются следующими параметрами:

- содержание учебной дисциплины;
- уровень образования и степень подготовленности студентов;
- необходимость упорядочения нагрузки студентов при самостоятельной работе.

Таким образом, самостоятельная работа студентов является важнейшей составной частью процесса обучения.

Методические указания по организации самостоятельной работы и задания для обучающихся по дисциплине *«Технологии интеллектуального труда»* обращают внимание студента на главное, существенное в изучаемой дисциплине, помогают выработать умение анализировать явления и факты, связывать теоретические положения с практикой, а также облегчают подготовку к сдаче *зачета*.

Настоящие методические указания позволят студентам самостоятельно овладеть фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю подготовки, опытом творческой и исследовательской деятельности, и направлены на формирование компетенций, предусмотренных учебным планом поданному профилю.

Видами самостоятельной работы обучающихся по дисциплине *«Технологии интеллектуального труда»* являются:

- самостоятельное изучение тем курса (в т.ч. рассмотрение основных категорий дисциплины, работа с литературой);

- подготовка к практическим (семинарским) занятиям (в т.ч. ответы на вопросы для самопроверки, подготовка к выполнению практико-ориентированных заданий);
- подготовка к зачету.

В методических указаниях представлены материалы для самостоятельной работы и рекомендации по организации отдельных её видов.

ОСНОВНЫЕ КАТЕГОРИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Тема 1. Особенности информационных технологий для людей с ограниченными возможностями.

Информационные технологии

Универсальный дизайн

Адаптивные технологии

Тема 2. Тифлотехнические средства/ Сурдотехнические средства/ Адаптивная компьютерная техника (Материал изучается по подгруппам в зависимости от вида ограничений здоровья обучающихся)

Брайлевский дисплей

Брайлевский принтер

Телевизионное увеличивающее устройство

Читающая машина

Экранные лупы

Синтезаторы речи

Ассистивные тифлотехнические средства

Ассистивные сурдотехнические средства

Адаптированная компьютерная техника

Ассистивные технические средства

Тема 3. Дистанционные образовательные технологии

Дистанционные образовательные технологии

Информационные объекты

Тема 4. Интеллектуальный труд и его значение в жизни общества

Система образования

Образовательная среда вуза

Интеллектуальный труд

Интеллектуальный ресурс

Интеллектуальный продукт

Тема 5. Развитие интеллекта – основа эффективной познавательной деятельности

Личностный компонент

Мотивационно-потребностный компонент

Интеллектуальный компонент

Организационно-деятельностный компонент

Гигиенический компонент

Эстетический компонент

Общеучебные умения

Саморегуляция

Тема 6. Самообразование и самостоятельная работа студента – ведущая форма умственного труда.

Самообразование

Самостоятельная работа студентов

Технологии интеллектуальной работы

Технологии групповых обсуждений

Тема 7. Технологии работы с информацией студентов с ОВЗ и инвалидов

Традиционные источники информации

Технологии работы с текстами

Технологии поиска, фиксирования, переработки информации

Справочно-поисковый аппарат книги

Техника быстрого чтения

Реферирование

Редактирование

Технология конспектирования

Методы и приемы скоростного конспектирования

Тема 8. Организация научно-исследовательской работы

Доклад

Реферат

Курсовая работа

Выпускная квалификационная работа

Техника подготовки работы

Методика работы над содержанием Презентация

Тема 9. Тайм-менеджмент

Время

Планирования времени

Приемы оптимизации распределения времени

САМООРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ С ЛИТЕРАТУРОЙ

Самостоятельное изучение тем курса осуществляется на основе списка рекомендуемой литературы к дисциплине. При работе с книгой необходимо научиться правильно ее читать, вести записи. Самостоятельная работа с учебными и научными изданиями профессиональной и общекультурной тематики – это важнейшее условие формирования научного способа познания.

Основные приемы работы с литературой можно свести к следующим:

- составить перечень книг, с которыми следует познакомиться;
- перечень должен быть систематизированным;
- обязательно выписывать все выходные данные по каждой книге (при написании курсовых и выпускных квалификационных работ это позволит экономить время);
- определить, какие книги (или какие главы книг) следует прочитать более внимательно, а какие – просто просмотреть;
- при составлении перечней литературы следует посоветоваться с преподавателями, которые помогут сориентироваться, на что стоит обратить большее внимание, а на что вообще не стоит тратить время;
- все прочитанные монографии, учебники и научные статьи следует конспектировать, но это не означает, что надо конспектировать «все подряд»: можно выписывать кратко основные идеи автора и иногда приводить наиболее яркие и показательные цитаты (с указанием страниц);
- если книга – собственная, то допускается делать на полях книги краткие пометки или же в конце книги, на пустых страницах просто сделать свой «предметный указатель», где отмечаются наиболее интересные мысли и обязательно указываются страницы в тексте автора;
- следует выработать способность «воспринимать» сложные тексты; для этого лучший прием – научиться «читать медленно», когда понятно каждое прочитанное слово (а если слово незнакомое, то либо с помощью словаря, либо с помощью преподавателя обязательно его узнать). Таким образом, чтение текста является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации.

От того, насколько осознанна читающим собственная внутренняя установка при обращении к печатному слову (найти нужные сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т.п.) во многом зависит эффективность осуществляемого действия. Грамотная работа с книгой, особенно если речь идет о научной литературе, предполагает соблюдение ряда правил, для овладения которыми необходимо настойчиво учиться. Это серьезный, кропотливый труд. Прежде всего, при такой работе невозможен формальный, поверхностный подход. Не механическое заучивание, не простое накопление цитат, выдержек, а сознательное усвоение прочитанного, осмысление его, стремление дойти до сути – вот главное правило. Другое правило – соблюдение при работе над книгой определенной последовательности. Вначале следует ознакомиться с оглавлением, содержанием предисловия или

введения. Это дает общую ориентировку, представление о структуре и вопросах, которые рассматриваются в книге.

Следующий этап – чтение. Первый раз целесообразно прочитать книгу с начала до конца, чтобы получить о ней цельное представление. При повторном чтении происходит постепенное глубокое осмысление каждой главы, критического материала и позитивного изложения; выделение основных идей, системы аргументов, наиболее ярких примеров и т.д. Непременным правилом чтения должно быть выяснение незнакомых слов, терминов, выражений, неизвестных имен, названий. Студентам с этой целью рекомендуется заводить специальные тетради или блокноты. Важная роль в связи с этим принадлежит библиографической подготовке студентов. Она включает в себя умение активно, быстро пользоваться научным аппаратом книги, справочными изданиями, каталогами, умение вести поиск необходимой информации, обрабатывать и систематизировать ее.

Выделяют четыре основные установки в чтении текста:

- информационно-поисковая (задача – найти, выделить искомую информацию);
- усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить, как сами сведения, излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений);
- аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему);
- творческая (создает у читателя готовность в том или ином виде – как отправной пункт для своих рассуждений, как образ для действия по аналогии и т.п. – использовать суждения автора, ход его мыслей, результат наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

С наличием различных установок обращения к тексту связано существование и нескольких видов чтения:

- библиографическое – просматривание карточек каталога, рекомендательных списков, сводных списков журналов и статей за год и т.п.;
- просмотровое – используется для поиска материалов, содержащих нужную информацию, обычно к нему прибегают сразу после работы со списками литературы и каталогами, в результате такого просмотра читатель устанавливает, какие из источников будут использованы в дальнейшей работе;
- ознакомительное – подразумевает сплошное, достаточно подробное прочтение отобранных статей, глав, отдельных страниц; цель – познакомиться с характером информации, узнать, какие вопросы вынесены автором на рассмотрение, провести сортировку материала;
- изучающее – предполагает доскональное освоение материала; в ходе такого чтения проявляется доверие читателя к автору, готовность принять изложенную информацию, реализуется установка на предельно полное понимание материала;
- аналитико-критическое и творческое чтение – два вида чтения близкие между собой тем, что участвуют в решении исследовательских задач.

Первый из них предполагает направленный критический анализ, как самой информации, так и способов ее получения и подачи автором; второе – поиск тех суждений, фактов, по которым, или, в связи с которыми, читатель считает нужным высказать собственные мысли.

Из всех рассмотренных видов чтения основным для студентов является изучающее – именно оно позволяет в работе с учебной и научной литературой накапливать знания в различных областях. Вот почему именно этот вид чтения в рамках образовательной деятельности должен быть освоен в первую очередь. Кроме того, при овладении данным видом чтения формируются основные приемы, повышающие эффективность работы с текстом. Научная методика работы с литературой предусматривает также ведение записи прочитанного. Это позволяет привести в систему знания, полученные при чтении, сосредоточить внимание на главных положениях, зафиксировать, закрепить их в памяти, а при необходимости вновь обратиться к ним.

Основные виды систематизированной записи прочитанного:

Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения.

Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала.

Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала.

Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора.

Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного. Конспект – сложный способ изложения содержания книги или статьи в логической последовательности. Конспект аккумулирует в себе предыдущие виды записи, позволяет всесторонне охватить содержание книги, статьи. Поэтому умение составлять план, тезисы, делать выписки и другие записи определяет и технологию составления конспекта.

Как правильно составлять конспект? Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта. Выделите главное, составьте план, представляющий собой перечень заголовков, подзаголовков, вопросов, последовательно раскрываемых затем в конспекте. Это первый элемент конспекта. Вторым элементом конспекта являются тезисы. Тезис - это кратко сформулированное положение. Для лучшего усвоения и запоминания материала следует записывать тезисы своими словами. Тезисы, выдвигаемые в конспекте, нужно доказывать. Поэтому третий элемент конспекта - основные доводы, доказывающие истинность рассматриваемого тезиса. В конспекте могут быть положения и примеры. Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана. При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно. Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учитывайте лаконичность, значимость мысли. При оформлении конспекта необходимо

стремиться к емкости каждого предложения. Мысли автора книги следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре произведения. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять поля.

Конспектирование –наиболее сложный этап работы. Овладение навыками конспектирования требует от студента целеустремленности, повседневной самостоятельной работы. Конспект ускоряет повторение материала, экономит время при повторном, после определенного перерыва, обращении к уже знакомой работе. Учитывая индивидуальные особенности каждого студента, можно дать лишь некоторые, наиболее оправдавшие себя общие правила, с которыми преподаватель и обязан познакомить студентов:

1. Главное в конспекте не объем, а содержание. В нем должны быть отражены основные принципиальные положения источника, то новое, что внес его автор, основные методологические положения работы. Умение излагать мысли автора сжато, кратко и собственными словами приходит с опытом и знаниями. Но их накоплению помогает соблюдение одного важного правила – не торопиться записывать при первом же чтении, вносить в конспект лишь то, что стало ясным.

2. Форма ведения конспекта может быть самой разнообразной, она может изменяться, совершенствоваться. Но начинаться конспект всегда должен с указания полного наименования работы, фамилии автора, года и места издания; цитаты берутся в кавычки с обязательной ссылкой на страницу книги.

3. Конспект не должен быть «слепым», безликим, состоящим из сплошного текста. Особо важные места, яркие примеры выделяются цветным подчеркиванием, взятием в рамочку, оттенением, пометками на полях специальными знаками, чтобы можно было быстро найти нужное положение. Дополнительные материалы из других источников можно давать на полях, где записываются свои суждения, мысли, появившиеся уже после составления конспекта.

ПОДГОТОВКА К ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫМ ЗАДАНИЯМ

Практико-ориентированные задания выступают средством формирования у студентов системы интегрированных умений и навыков, необходимых для освоения профессиональных компетенций. Это могут быть ситуации, требующие применения умений и навыков, специфичных для соответствующего профиля обучения (знания содержания предмета), ситуации, требующие организации деятельности, выбора её оптимальной структуры личностно-ориентированных ситуаций (нахождение нестандартного способа решения).

Кроме этого, они выступают средством формирования у студентов умений определять, разрабатывать и применять оптимальные методы решения профессиональных задач. Они строятся на основе ситуаций, возникающих на различных уровнях осуществления практики и формулируются в виде производственных поручений (заданий).

Под практико-ориентированными заданиями понимают задачи из окружающей действительности, связанные с формированием практических навыков, необходимых в повседневной жизни, в том числе с использованием элементов производственных процессов.

Цель практико-ориентированных заданий – приобретение умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Задачи практико-ориентированных заданий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний студентов при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- обучение приемам решения практических задач;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Важными отличительными особенностями практико-ориентированных задания от стандартных задач (предметных, межпредметных, прикладных) являются:

- значимость (познавательная, профессиональная, общекультурная, социальная) получаемого результата, что обеспечивает познавательную мотивацию обучающегося;
- условие задания сформулировано как сюжет, ситуация или проблема, для разрешения которой необходимо использовать знания из разных разделов основного предмета, из другого предмета или из жизни, на которые нет явного указания в тексте задания;

- информация и данные в задании могут быть представлены в различной форме (рисунок, таблица, схема, диаграмма, график и т.д.), что потребует распознавания объектов;

- указание (явное или неявное) области применения результата, полученного при решении задания.

Кроме выделенных четырех характеристик, практико-ориентированные задания имеют следующие:

1. по структуре эти задания – нестандартные, т.е. в структуре задания не все его компоненты полностью определены;

2. наличие избыточных, недостающих или противоречивых данных в условии задания, что приводит к объемной формулировке условия;

3. наличие нескольких способов решения (различная степень рациональности), причем данные способы могут быть неизвестны учащимся, и их потребуется сконструировать.

При выполнении практико-ориентированных заданий следует руководствоваться следующими общими рекомендациями:

- для выполнения практико-ориентированного задания необходимо внимательно прочитать задание, повторить лекционный материал по соответствующей теме, изучить рекомендуемую литературу, в т.ч. дополнительную;

- выполнение практико-ориентированного задания включает постановку задачи, выбор способа решения задания, разработку алгоритма практических действий, программы, рекомендаций, сценария и т. п.;

- если практико-ориентированное задание выдается по вариантам, то получить номер варианта исходных данных у преподавателя; если нет вариантов, то нужно подобрать исходные данные самостоятельно, используя различные источники информации;

- для выполнения практико-ориентированного задания может использоваться метод малых групп. Работа в малых группах предполагает решение определенных образовательных задач в рамках небольших групп с последующим обсуждением полученных результатов. Этот метод развивает навыки сотрудничества, достижения компромиссного решения, аналитические способности.

ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ЗАДАНИЯ

1. В соответствии с опросником «Саморегуляция» (ОС) (модификация методики А.К. Осницкого) оцените свои качества, возможности, отношение к деятельности в протоколе (132 высказывания) по 4-х бальной шкале: 4 балла – да; 3 балла – пожалуй да; 2 балла – пожалуй нет; 1 балл – нет.

Текст опросника

1. Способен за дело приниматься без напоминаний.
2. Планирует, организует свои дела и работу.
3. Умеет выполнить порученное задание.
4. Хорошо анализирует условия.
5. Учитывает возможные трудности.
6. Умеет отделять главное от второстепенного.
7. Чаще всего избирает верный путь решения задачи.
8. Правильно планирует свои занятия и работу.
9. Пытается решить задачи разными способами.
10. Сам справляется с возникающими трудностями.
11. Редко ошибается, умеет оценить правильность действий.
12. Быстро обнаруживает свои ошибки.
13. Быстро находит новый способ решения.
14. Быстро исправляет ошибки.
15. Не повторяет ранее сделанных ошибок.
16. Продумывает свои дела и поступки.
17. Хорошо справляется и с трудными заданиям.
18. Справляется с заданиями без посторонней помощи.
19. Любит порядок.
20. Заранее знает, что будет делать.
21. Аккуратен и последователен.
22. Продумывает, все до мелочей.
23. Ошибается чаще из-за того, что смысл задания целом не понят, хотя все детали продуманы.
24. Старателен, хотя часто не выполняет заданий.
25. Долго готовится, прежде чем приступить к делу.
26. Избегает риска.
27. Сначала обдумывает, потом делает.
28. Решения принимает без колебаний.
29. Уверенный в себе.
30. Действует решительно, настойчив.
31. Предприимчивый, решительный.
32. Активный.
33. Ведущий.
34. Реализует почти все, что планирует.
35. Начатое дело доводит до конца.
36. Предпочитает действовать, а не обсуждать.

37. Обдумывает свои дела и поступки.
38. Анализирует свои ошибки и неудачи.
39. Планирует дела, рассчитывает свои силы.
40. Прислушивается к замечаниям.
41. Редко повторяет одну и ту же ошибку.
42. Знает о своих недостатках.
43. Сделает задание на совесть.
44. Как всегда сделает на отлично.
45. Для него важно качество, а не отметка.
46. Всегда проверяет правильность работы.
47. Старается довести дело до конца.
48. Стирается добиться лучших результатов.
49. Действует самостоятельно, мало советуясь с другими.
50. Предпочитает справляться с трудностями сам.
51. Может принять не зависящее от других решение.
52. Любит перемену в занятиях.
53. Легко переключается с одной работы на другую.
54. Хорошо ориентируется в новых условиях.
55. Аккуратен.
56. Внимателен.
57. Усидчив.
58. С неудачами и ошибками обычно справляется.
59. Неудачи активизируют его.
60. Старается разобраться в причинах неудач.
61. Умеет мобилизовать усилия.
62. Взвешивает все «за» и «против».
63. Старается придерживаться правил.
64. Всегда считается с мнением других.
65. Его нетрудно убедить в чем-то.
66. Прислушивается к замечаниям.
67. Нужно напоминать о том, что необходимо закончить дело.
68. Не планирует, мало организует свои дела, и работу.
69. Не выполняет заданий оттого, что отвлекается.
70. Условия анализирует плохо.
71. Не учитывает возможных трудностей.
72. Не умеет отделять главное от второстепенного.
73. Пути решения выбирает не лучшие.
74. Не умеет планировать работу и занятия.
75. Не пытается решать задачи разными способами.
76. Не может справиться с трудностями без помощи других.
77. Часто допускает ошибки в работе, часто их повторяет.
78. С трудом находит ошибки в своей работе.
79. С трудом находит новые способы решения.
80. С большим трудом и долго исправляет ошибки.

81. Повторяет одни и те же ошибки.
82. Часто поступает необдуманно, импульсивно.
83. С трудными заданиями справляется плохо.
84. Не справляется с заданием без напоминаний и помощи.
85. Не любит порядок.
86. Часто не знает заранее, что ему предстоит делать.
87. Непоследователен и неаккуратен.
88. Ограничивается лишь общими сведениями, общим впечатлением.
89. Ошибается чаще из-за того, что не продуманы мелочи, детали.
90. Не очень старателен, но задания выполняет.
91. Приступает к делу без подготовки.
92. Часто рискует, ищет приключений.
93. Сначала сделает, лотом подумает.
94. Решения принимает после раздумий и колебаний.
95. Часто сомневается в своих силах.
96. Нерешителен, небольшие помехи уже останавливают его.
97. Нерешительный.
98. Вялый, безучастный.
99. Ведомый.
100. Задумывает много, а делает мало.
101. Редко, когда начатое дело доводит до конца.
102. Предпочитает обсуждать, а не действовать.
103. Действует без раздумий, «с ходу».
104. Не анализирует ошибок.
105. Не планирует почти ничего, не рассчитывает своих сил.
106. Не прислушивается к замечаниям.
107. Часто повторяет одну и ту же ошибку.
108. Не хочет знать и исправлять свои недостатки.
109. Сделает «спустя рукава».
110. Сделает как получится.
111. Сделает из-за угрозы получения плохой оценки.
112. Не проверяет правильность результатов своих действий.
113. Часто бросает работу, не доделав ее.
114. Результат неважен – лишь бы поскорее закончить работу.
115. О его трудностях и делах знают почти все.
116. Всегда надеется на друзей, на их помощь.
117. Действует по принципу: как все, так и я!
118. Любит однообразные занятия.
119. С трудом переключается с одной работы на другую.
120. Плохо ориентируется в новых условиях.
121. Неаккуратен.
122. Невнимателен.
123. Неусидчив.
124. Ошибку может исправить, если его успокоить.

125. Неудачи быстро сбивают с толку.
126. Равнодушен к причинам неудач.
127. С трудом мобилизуется на выполнение задания.
128. Поступает необдуманно, импульсивно.
129. Не придерживается правил.
130. Не считается с мнением окружающих.
131. Его трудно убедить в чем-либо.
132. Не прислушивается к замечаниям.

Ключ для обработки и интерпретации данных

В тесте оценивается 132 характеристики саморегуляции. Они разбиты на тройки.

Всего 22 пары противоположных характеристик.

1. Целеполагание - 23. Неустойчивость целей.
2. Моделирование условий - 24. Отсутствие анализа условий.
3. Программирование действий - 25. Спонтанность действий.
4. Оценивание результатов - 26. Ошибки в работе.
5. Коррекции результатов и способ» действий - 27. Повторные ошибки.
6. Обеспеченность регуляции в целом - 28. Импульсивность.
7. Упорядоченность деятельности - 29. Непоследовательность, неаккуратность.
8. Детализация регуляции действий - 30. Поверхностность.
9. Осторожность в действиях - 31. Необдуманность, рискованность.
10. Уверенность в действиях - 32. Неуверенность в своих силах.
11. Инициативность в действиях - 33. Нерешительность.
12. Практическая реализуемость намерений - 34. Незавершенность дел.
13. Осознанность действий - 35. Действия наобум.
14. Критичность в делах и поступках - 36. Равнодушие к недостаткам.
15. Ориентированность на оценочный балл - 37. Попустительство.
16. Ответственность в делах и поступках - 38. Безответственность в делах.
17. Автономность - 39. Зависимость в действиях.
18. Гибкость, пластичность в действиях - 40. Инертность в работе.
19. Вовлечение полезных привычек в регуляцию действий - 41. «Плохиш».
20. Практичность, устойчивость в регуляции действий - 42. Равнодушие к ошибкам, неудачам.
21. Оптимальность (адекватность) регуляции усилий - 43. Отсутствие последовательности.
22. Податливость воспитательным воздействиям - 44. Самодостаточность.

Необходимо найти сумму в каждой из троек характеристик и сопоставить ее с их противоположностью.

4-6 баллов - слабое проявление характеристики.

7-9 баллов - ситуативное проявление.

10-12 баллов - выраженность характеристики.

Бланк для ответов

ФИ _____
 Пол _____ Возраст (дата рождения) _____ Гр. _____ Дата _____ № _____

Шкала ответов

4 – да; 3 – пожалуй да; 2 – пожалуй нет; 1 – нет.

№			S		№	
1	1			23	67	
	2				68	
	3				69	
2	4			24	70	
	5				71	
	6				72	
3	7			25	73	
	8				74	
	9				75	
4	10			26	76	
	11				77	
	12				78	
5	13			27	79	
	14				80	
	15				81	
6	16			28	82	
	17				83	
	18				84	
7	19			29	85	
	20				86	
	21				87	
8	22			30	88	
	23				89	
	24				90	
9	25			31	91	
	26				92	
	27				93	

S

10	28			32	94	
	29				95	
	30				96	
11	31			33	97	
	32				98	
	33				99	
12	34			34	100	
	35				101	
	36				102	
13	37			35	103	
	38				104	
	39				105	
14	40			36	106	
	41				107	
	42				108	
15	43			37	109	
	44				ΠΟ	
	45				111	
16	46			38	112	
	47				113	
	48				114	
17	49			39	115	
	50				116	
	51				117	
18	52			40	118	
	53				119	
	54				120	
19	55			41	121	
	56				122	
	57				123	
20	58			42	124	
	59				125	
	60				126	

21	61			43	127	
	62				128	
	63				129	
22	64			44	130	
	65				131	
	66				132	

Качественные характеристики саморегуляции

№	Качества саморегуляции	Содержательные характеристики саморегуляции	№	Качества саморегуляции	Содержательные характеристики саморегуляции
1	Целеполагание	За дело приниматься без напоминаний, планирует, организует свои дела и работу. Задания и поручения выполняет.	23	Неустойчивость целей	Не планирует, мало организует свою работу. Нужно напоминать о том, что необходимо закончить дело. Отвлекается.
2	Моделирование условий	Анализирует условия предстоящей деятельности, возможные трудности. Выделяет главное.	24	Отсутствие анализа условий	Не умеет отделять главное от второстепенного. Не предвидит ход дел, возможные трудности.
3	Программирование действий	Правильно планирует свои занятия и работу, избирает верный путь решения задачи.	25	Спонтанность действий	Не умеет планировать работу в занятия, затрудняется в выборе путей решения задач.
4	Оценивание результатов	Редко ошибается, умеет оценить правильность действий. Быстро обнаруживает свои ошибки.	26	Ошибки в работе	Часто допускает ошибки в работе, часто их повторяет. Не находит ошибок в своей работе.
5	Коррекция результатов и способов действий	Быстро находит новый способ решения. Быстро исправляет ошибки.	27	Повторные ошибки	С трудом находит новые способы решения. Повторяет одни и те же ошибки.
6	Обеспеченность регуляции в целом	Продумывает свои дела и поступки. Справляется с за-	28	Импульсивность	Часто поступает необдуманно, импульсивно. С трудными заданиями справляется плохо.

№	Качества саморегуляции	Содержательные характеристики саморегуляции	№	Качества саморегуляции	Содержательные характеристики саморегуляции
		даниями без посторонней помощи.			
7	Упорядоченность деятельности	Любит порядок. Аккуратен и последователен.	29	Непоследовательность	Часто не знает заранее, что ему предстоит делать, непоследователен и неаккуратен.
8	Детализация регуляции действий	Продумывает, все до мелочей. Ошибается чаще из-за того, что смысл задания целом не понят, хотя все детали продуманы.	30	Поверхностность	Ограничивается лишь общими сведениями, общим впечатлением. Ошибается чаще из-за того, что не продуманы мелочи, детали.
9	Осторожность в действиях	Долго обдумывает и готовится, прежде чем приступить к делу. Избегает риска.	31	Необдуманность, рискованность	Приступает к делу без подготовки. Сначала сделает, лотом подумает.
10	Уверенность в действиях	Уверенный в себе. Решения принимает без колебаний. Решителен. Настойчив.	32	Неуверенность в своих силах	Решения принимает после колебаний. Сомневается в своих силах. Нерешителен.
11	Инициативен в действиях.	Предприимчивый, решительный. Активный. Ведущий.	33	Нерешительность	Нерешительный. Вялый, безучастный. Ведомый.
12	Практическая реализуемость намерений	Реализует почти все, что планирует. Начатое дело доводит до конца.	34	Незавершенность дел	Редко, когда начатое дело доводит до конца. Предпочитает обсуждать, а не действовать.
13	Осознанность действий	Обдумывает, планирует свои дела и поступки. Анализирует свои ошибки и неудачи.	35	Действия наобум	Действует без раздумий, «с ходу», не рассчитывает своих сил.
14	Критичность в делах и поступках	Знает о своих недостатках. Редко повторяет	36	Равнодушие к недостаткам	Часто повторяет одну и ту же ошибку. Не хочет

№	Качества саморегуляции	Содержательные характеристики саморегуляции	№	Качества саморегуляции	Содержательные характеристики саморегуляции
		ошибки. Прислушивается к замечаниям.			знать и исправлять свои недостатки.
15	Ориентированность на оценочный балл	Сделает задание на совесть. Для него важно качество, а не отметка.	37	Попустительство	Делает все «спустя рукава», как получится. Делает из-за угрозы плохой оценки.
16	Ответственность в делах и поступках	Гарантирует доведение дел до конца. Всегда проверяет правильность работы.	38	Безответственность в делах	Не проверяет результатов своих действий. Часто бросает работу, не доделав до конца.
17	Автономность	Действует и принимает самостоятельные решения. Предпочитает сам справляться с трудностями.	39	Зависимость в действиях	Всегда надеется на друзей, на их помощь.
18	Гибкость, пластичность в действиях	Легко переключается с одной работы на другую. Хорошо ориентируется в новых условиях.	40	Инертность в работе	Любит однообразные занятия. С трудом переключается с одной работы на другую.
19	Вовлечение полезных привычек в регуляцию действий	Аккуратен. Внимателен. Усидчив.	41	«Плохиш»	Неаккуратен. Невнимателен. Неусидчив.
20	Практичность, устойчивость в регуляции действий	Справляется с неудачами и ошибками. Неудачи активизируют его. Старается разобраться в их причинах.	42	Равнодушие к ошибкам, неудачам	Неудачи быстро сбивают с толку. Равнодушен к их причинам.
21	Оптимальность (адекватность) регуляции усилий	Взвешивает все «за» и «против». Умеет мобилизовать усилия.	43	Отсутствие последовательности	Поступает необдуманно. С трудом мобилизуется на выполнение задания.
22	Податливость воспитательным воздействиям	Всегда считается с мнением других. Прислушивается к замечаниям.	44	Самодостаточность	Не считается с мнением окружающих. Не прислушивается к замечаниям.

Задание: На основе самодиагностики саморегуляции сформулируйте рекомендации по саморегуляции.

2. Выберите научную статью по своей специальности и напишите к ней аннотацию, реферат, конспект, рецензию.

Методические указания

АННОТАЦИЯ (от лат. *annotatio* - замечание, пометка) – это краткая характеристика статьи, рукописи, книги, в которой обозначены тема, проблематика и назначение издания, а также содержатся сведения об авторе и элементы оценки книги.

Перед текстом аннотации даются выходные данные (автор, название, место и время издания). Эти данные можно включить в первую часть аннотации.

Аннотация обычно состоит из двух частей. В первой части формулируется основная тема книги, статьи; во второй части перечисляются (называются) основные положения. Говоря схематично, аннотация на книгу (прежде всего научную или учебную) отвечает на вопросы о чем? из каких частей? как? для кого? Это ее основные, стандартные смысловые элементы. Каждый из них имеет свои языковые средства выражения.

Аннотация на книгу помещается на оборотной стороне ее титульного листа и служит (наряду с ее названием и оглавлением) источником информации о содержании работы. Познакомившись с аннотацией, читатель решает, насколько книга может быть ему нужна. Кроме того, умение аннотировать прочитанную литературу помогает овладению навыками реферирования.

Языковые стереотипы, с помощью которых оформляется каждая смысловая часть аннотации:

1. Характеристика содержания текста:

В статье (книге) рассматривается...; Статья посвящена...; В статье даются...; Автор останавливается на следующих вопросах...; Автор затрагивает проблемы...; Цель автора – объяснить (раскрыть)...; Автор ставит своей целью проанализировать...;

2. Композиция работы:

Книга состоит из ... глав (частей)...; Статья делится на ... части; В книге выделяются ... главы.

3. Назначение текста:

Статья предназначена (для кого; рекомендуется кому)...; Сборник рассчитан...; Предназначается широкому кругу читателей...; Для студентов, аспирантов...; Книга заинтересует...

РЕФЕРАТ (от лат. *referre* - докладывать, сообщать) – это композиционно организованное, обобщенное изложение содержания источника информации (статьи, ряда статей, монографии и др.). Реферат отвечает на вопрос: «Какая информация содержится в первоисточнике, что излагается в нем?»

Реферат состоит из трех частей: общая характеристика текста (выходные данные, формулировка темы); описание основного содержания; выводы референта. Изложение одной работы обычно содержит указание на тему и композицию реферируемой работы, перечень ее основных положений с приведением аргументации, реже - описание методики и проведение эксперимента, результатов и выводов исследования. Такой реферат называется простым информационным.

Студенты в российских вузах пишут рефераты обычно на определенные темы. Для написания таких тематических рефератов может быть необходимо привлечение более чем одного источника, по крайней мере двух научных работ. В этом случае реферат является не только информационным, но и обзорным.

Реферирование представляет собой интеллектуальный творческий процесс, включающий осмысление текста, аналитико-синтетическое преобразование информации и создание нового текста. Реферат не должен превращаться в «ползание» по тексту. Цель реферирования – создать «текст о тексте». Реферат – это не конспект, разбавленный «скрепами» типа *далее автор отмечает...* Обильное цитирование превращает реферат в конспект. При чтении научного труда важно понять его построение, выделить смысловые части (они будут основой для плана), обратить внимание на типичные языковые средства (словосочетания, вводные конструкции), характерные для каждой части. В реферате должны быть раскрыты проблемы и основные положения работы, приведены доказательства этих положений и указаны выводы, к которым пришел автор. Реферат может содержать оценочные элементы, например: *нельзя не согласиться, автор удачно иллюстрирует* и др. Обратите внимание, что в аннотации проблемы научного труда лишь обозначаются, а в реферате – раскрываются.

Список конструкций для реферативного изложения:

Предлагаемая вниманию читателей статья (книга, монография) представляет собой детальное (общее) изложение вопросов...; Рассматриваемая статья посвящена теме (проблеме, вопросу...);

Актуальность рассматриваемой проблемы, по словам автора, определяется тем, что...; Тема статьи (вопросы, рассматриваемые в статье) представляет большой интерес...; В начале статьи автор дает обоснование актуальности темы (проблемы, вопроса, идеи); Затем дается характеристика целей и задач исследования (статьи);

Рассматриваемая статья состоит из двух (трех) частей...; Автор дает определение (сравнительную характеристику, обзор, анализ)...; Затем автор останавливается на таких проблемах, как...; Автор подробно останавливается на истории возникновения (зарождения, появления, становления)...; Автор подробно (кратко) описывает (классифицирует, характеризует) факты...; Автор доказывает справедливость (опровергает что-либо)...; Автор приводит доказательства справедливости своей точки зрения...; В статье дается обобщение..., приводятся хорошо аргументированные доказательства...;

В заключение автор говорит о том, что...; Несомненный интерес представляют выводы автора о том, что...; Наиболее важными из выводов автора представляются следующие...; Изложенные (рассмотренные) в статье вопросы (проблемы) представляют интерес не только для..., но и для...

КОНСПЕКТИРОВАНИЕ – письменная фиксация основных положений читаемого или воспринимаемого на слух текста. При конспектировании происходит свертывание, компрессия первичного текста.

КОНСПЕКТ – это краткое, но связное и последовательное изложение значимого содержания статьи, лекции, главы книги, учебника, брошюры. Запись-

конспект позволяет восстановить, развернуть с необходимой полнотой исходную информацию, поэтому при конспектировании надо отбирать новый и важный материал и выстраивать его в соответствии с логикой изложения. В конспект заносят основные (существенные) положения, а также фактический материал (цифры, цитаты, примеры). В конспекте последующая мысль должна вытекать из предыдущей (как в плане и в тезисах). Части конспекта должны быть связаны внутренней логикой, поэтому важно отразить в конспекте главную мысль каждого абзаца. Содержание абзаца (главная мысль) может быть передано словами автора статьи (возможно сокращение высказывания) или может быть изложено своими словами более обобщенно. При конспектировании пользуются и тем и другим приемом, но важно передать самые главные положения автора без малейшего искажения смысла.

Различают несколько видов конспектов в зависимости от степени свернутости первичного текста, от формы представления основной информации:

1. конспект-план;
2. конспект-схема;
3. текстуальный конспект.

Подготовка конспекта включает следующие этапы:

1. Вся информация, относящаяся к одной теме, собирается в один блок – так выделяются смысловые части.
2. В каждой смысловой части формулируется тема в опоре на ключевые слова и фразы.
3. В каждой части выделяется главная и дополнительная по отношению к теме информация.
4. Главная информация фиксируется в конспекте в разных формах: в виде тезисов (кратко сформулированных основных положений статьи, доклада), выписок (текстуальный конспект), в виде вопросов, выявляющих суть проблемы, в виде назывных предложений (конспект-план и конспект-схема).
5. Дополнительная информация приводится при необходимости.

РЕЦЕНЗИЯ - это письменный критический разбор какого-либо произведения, предполагающий, во-первых, комментирование основных положений (толкование авторской мысли; собственное дополнение к мысли, высказанной автором; выражение своего отношения к постановке проблемы и т.п.); во-вторых, обобщенную аргументированную оценку, в третьих, выводы о значимости работы.

В отличие от рецензии ОТЗЫВ дает самую общую характеристику работы без подробного анализа, но содержит практические рекомендации: анализируемый текст может быть принят к работе в издательстве или на соискание ученой степени.

Типовой план для написания рецензии и отзывов:

1. Предмет анализа: *В работе автора...; В рецензируемой работе...; В предмете анализа...*

2. Актуальность темы: Работа посвящена актуальной теме...; Актуальность темы обусловлена...; Актуальность темы не вызывает сомнений (вполне очевидна)...

3. Формулировка основного тезиса: Центральным вопросом работы, где автор добился наиболее существенных (заметных, ощутимых) результатов, является...; В работе обоснованно на первый план выдвигается вопрос о...

4. Краткое содержание работы.

5. Общая оценка: Оценивая работу в целом...; Таким образом, рассматриваемая работа...; Автор проявил умение разбираться в...; систематизировал материал и обобщил его...; Безусловной заслугой автора является новый методический подход (предложенная классификация, некоторые уточнения существующих понятий); Автор, безусловно, углубляет наше представление об исследуемом явлении, вскрывает новые его черты...

6. Недостатки, недочеты: Вместе с тем вызывает сомнение тезис о том...; К недостаткам (недочетам) работы следует отнести допущенные автором длинноты в изложении (недостаточную ясность при изложении)...; Работа построена нерационально, следовало бы сократить...; Существенным недостатком работы является...; Отмеченные недостатки носят чисто локальный характер и не влияют на конечные результаты работы...; Отмеченные недочеты работы не снижают ее высокого уровня, их скорее можно считать пожеланиями к дальнейшей работе автора...; Упомянутые недостатки связаны не столько с..., сколько с...

7. Выводы: Представляется, что в целом работа... имеет важное значение...; Работа может быть оценена положительно, а ее автор заслуживает...; Работа заслуживает высокой (положительной, отличной) оценки...; Работа удовлетворяет всем требованиям..., а ее автор, безусловно, имеет (определенное, законное, заслуженное, безусловное) право...

Задание

а) Выберите научную статью по своей специальности и напишите к ней аннотацию, реферат, конспект, рецензию.

3. Проанализируйте отрывок из студенческой курсовой работы, посвященной проблеме связи заголовка и текста. Соответствует ли язык сочинения нормам научного стиля? На основании анализа проведите правку текста:

Заголовок, будучи неотъемлемой частью газетных публикаций, определяет лицо всей газеты. Сталкиваясь с тем или иным периодическим изданием, читатель получает первую информацию о нем именно из заголовков. На примере газеты «Спорт – экспресс» за апрель – май 1994 г. я рассмотрю связь: заголовок – текст, ведь, как говорится в народной мудрости «встречают по одежке, а провожают – по уму». Но даже при наличии прекрасной одежды (заглавий) и величайшего ума (самих материалов) стилистическая концепция газеты будет не полной, если будет отсутствовать продуманная и логичная связь между содержанием и заголовком. Итак, стараясь выбрать наиболее продуманные заглавия, я попытаюсь проследить за тем, по какому принципу строится связь между содержанием

и заголовком самой популярной спортивной газеты России «Спорт – экспресс». А к тому же я останавлиюсь и на классификации заголовков по типу их связей с газетным текстом вообще.

ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

При подготовке к зачету по дисциплине «*Технологии интеллектуального труда*» обучающемуся рекомендуется:

1. повторить пройденный материал и ответить на вопросы, используя конспект и материалы лекций. Если по каким-либо вопросам у студента недостаточно информации в лекционных материалах, то необходимо получить информацию из раздаточных материалов и/или учебников (литературы), рекомендованных для изучения дисциплины «*Технологии интеллектуального труда*».

Целесообразно также дополнить конспект лекций наиболее существенными и важными тезисами для рассматриваемого вопроса;

2. при изучении основных и дополнительных источников информации в рамках выполнения заданий на зачете особое внимание необходимо уделять схемам, рисункам, графикам и другим иллюстрациям, так как подобные графические материалы, как правило, в наглядной форме отражают главное содержание изучаемого вопроса;

3. при изучении основных и дополнительных источников информации в рамках выполнения заданий на зачете (в случаях, когда отсутствует иллюстративный материал) особое внимание необходимо обращать на наличие в тексте словосочетаний вида «во-первых», «во-вторых» и т.д., а также дефисов и перечислений (цифровых или буквенных), так как эти признаки, как правило, позволяют структурировать ответ на предложенное задание.

Подобную текстовую структуризацию материала слушатель может трансформировать в рисунки, схемы и т. п. для более краткого, наглядного и удобного восприятия (иллюстрации целесообразно отразить в конспекте лекций – это позволит оперативно и быстро найти, в случае необходимости, соответствующую информацию);

4. следует также обращать внимание при изучении материала для подготовки к зачету на словосочетания вида «таким образом», «подводя итог сказанному» и т.п., так как это признаки выражения главных мыслей и выводов по изучаемому вопросу (пункту, разделу). В отдельных случаях выводы по теме (разделу, главе) позволяют полностью построить (восстановить, воссоздать) ответ на поставленный вопрос (задание), так как содержат в себе основные мысли и тезисы для ответа.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

Полянок О.В., к.пс.н.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ОРГАНИЗАЦИИ
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ
ОБУЧАЮЩИХСЯ**

**ФТД.02 СРЕДСТВА КОММУНИКАЦИИ В УЧЕБНОЙ И
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Направление подготовки

29.03.04 Технология художественной обработки материалов

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ОСНОВНЫЕ КАТЕГОРИИ ДИСЦИПЛИНЫ.....	6
САМООРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ С ЛИТЕРАТУРОЙ.....	8
ПОДГОТОВКА К ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫМ ЗАДАНИЯМ.....	12
ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ЗАДАНИЯ.....	14
ПОДГОТОВКА РЕФЕРАТА.....	36
ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ.....	45

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа в высшем учебном заведении - это часть учебного процесса, метод обучения, прием учебно-познавательной деятельности, комплексная целевая стандартизованная учебная деятельность с запланированными видом, типом, формами контроля.

Самостоятельная работа представляет собой плановую деятельность обучающихся по поручению и под методическим руководством преподавателя.

Целью самостоятельной работы студентов является закрепление тех знаний, которые они получили на аудиторных занятиях, а также способствование развитию у студентов творческих навыков, инициативы, умению организовать свое время.

Самостоятельная работа реализует следующие задачи:

- предполагает освоение курса дисциплины;
- помогает освоению навыков учебной и научной работы;
- способствует осознанию ответственности процесса познания;
- способствует углублению и пополнению знаний студентов, освоению ими навыков и умений;
- формирует интерес к познавательным действиям, освоению методов и приемов познавательного процесса,
- создает условия для творческой и научной деятельности обучающихся;
- способствует развитию у студентов таких личных качеств, как целеустремленность, заинтересованность, исследование нового.

Самостоятельная работа обучающегося выполняет следующие функции:

- развивающую (повышение культуры умственного труда, приобщение к творческим видам деятельности, обогащение интеллектуальных способностей студентов);
- информационно-обучающую (учебная деятельность студентов на аудиторных занятиях, неподкрепленная самостоятельной работой, становится мало результативной);
- ориентирующую и стимулирующую (процессу обучения придается ускорение и мотивация);
- воспитательную (формируются и развиваются профессиональные качества бакалавра и гражданина);
- исследовательскую (новый уровень профессионально-творческого мышления).

Организация самостоятельной работы студентов должна опираться на определенные требования, а, именно:

- сложность осваиваемых знаний должна соответствовать уровню развития студентов;
- стандартизация заданий в соответствии с логической системой курса дисциплины;
- объем задания должен соответствовать уровню студента;
- задания должны быть адаптированными к уровню студентов.

Содержание самостоятельной работы студентов представляет собой, с одной стороны, совокупность теоретических и практических учебных заданий, которые должен выполнить студент в процессе обучения, объект его деятельности; с другой стороны - это способ деятельности студента по выполнению соответствующего теоретического или практического учебного задания.

Свое внешнее выражение содержание самостоятельной работы студентов находит во всех организационных формах аудиторной и внеаудиторной деятельности, в ходе самостоятельного выполнения различных заданий.

Функциональное предназначение самостоятельной работы студентов в процессе лекций, практических занятий по овладению специальными знаниями заключается в самостоятельном прочтении, просмотре, прослушивании, наблюдении, конспектировании, осмыслении, запоминании и воспроизведении определенной информации. Цель и планирование самостоятельной работы студента определяет преподаватель. Вся информация осуществляется на основе ее воспроизведения.

Так как самостоятельная работа тесно связана с учебным процессом, ее необходимо рассматривать в двух аспектах:

1. аудиторная самостоятельная работа – практические занятия;
2. внеаудиторная самостоятельная работа – подготовка к практическим занятиям (в т.ч. подготовка к практико-ориентированным заданиям и др.).

Основные формы организации самостоятельной работы студентов определяются следующими параметрами:

- содержание учебной дисциплины;
- уровень образования и степень подготовленности студентов;
- необходимость упорядочения нагрузки студентов при самостоятельной работе.

Таким образом, самостоятельная работа студентов является важнейшей составной частью процесса обучения.

Методические указания по организации самостоятельной работы и задания для обучающихся по дисциплине *«Средства коммуникации в учебной и профессиональной деятельности»* обращают внимание студента на главное, существенное в изучаемой дисциплине, помогают выработать умение анализировать явления и факты, связывать теоретические положения с практикой, а также облегчают подготовку к сдаче *зачета*.

Настоящие методические указания позволят студентам самостоятельно овладеть фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю подготовки, опытом творческой и исследовательской деятельности, и направлены на формирование компетенций, предусмотренных учебным планом поданному профилю.

Видами самостоятельной работы обучающихся по дисциплине *«Средства коммуникации в учебной и профессиональной деятельности»* являются:

- самостоятельное изучение тем курса (в т.ч. рассмотрение основных категорий дисциплины, работа с литературой);

- подготовка к практическим (семинарским) занятиям (в т.ч. подготовка к выполнению практико-ориентированных заданий, подготовка реферата);
- подготовка к зачету.

В методических указаниях представлены материалы для самостоятельной работы и рекомендации по организации отдельных её видов.

ОСНОВНЫЕ КАТЕГОРИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Тема 1. Сущность коммуникации в разных социальных сферах. Основные функции и виды коммуникации

Коммуникации
Межличностное общение
Речевые способности
Профессиональное общение

Тема 2. Специфика вербальной и невербальной коммуникации

Вербальная коммуникация
Невербальная коммуникация

Тема 3. Эффективное общение

Эффективное общение
Обратная связь
Стиль слушания

Тема 4. Основные коммуникативные барьеры и пути их преодоления в межличностном общении. Стили поведения в конфликтной ситуации

Конфликт
Барьер речи

Тема 5. Виды и формы взаимодействия студентов в условиях образовательной организации

Группа
Коллектив
Групповое давление
Феномен группомыслия
Феномен подчинения авторитету
Обособление
Диктат
Подчинение
Вызов
Выгода
Соперничество
Сотрудничество
Взаимодействие
Взаимопонимание

Тема 6. Формы, методы, технологии самопрезентации

Самопрезентация
Публичное выступление

САМООРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ С ЛИТЕРАТУРОЙ

Самостоятельное изучение тем курса осуществляется на основе списка рекомендуемой литературы к дисциплине. При работе с книгой необходимо научиться правильно ее читать, вести записи. Самостоятельная работа с учебными и научными изданиями профессиональной и общекультурной тематики – это важнейшее условие формирования научного способа познания.

Основные приемы работы с литературой можно свести к следующим:

- составить перечень книг, с которыми следует познакомиться;
- перечень должен быть систематизированным;
- обязательно выписывать все выходные данные по каждой книге (при написании курсовых и выпускных квалификационных работ это позволит экономить время);
- определить, какие книги (или какие главы книг) следует прочитать более внимательно, а какие – просто просмотреть;
- при составлении перечней литературы следует посоветоваться с преподавателями, которые помогут сориентироваться, на что стоит обратить большее внимание, а на что вообще не стоит тратить время;
- все прочитанные монографии, учебники и научные статьи следует конспектировать, но это не означает, что надо конспектировать «все подряд»: можно выписывать кратко основные идеи автора и иногда приводить наиболее яркие и показательные цитаты (с указанием страниц);
- если книга – собственная, то допускается делать на полях книги краткие пометки или же в конце книги, на пустых страницах просто сделать свой «предметный указатель», где отмечаются наиболее интересные мысли и обязательно указываются страницы в тексте автора;
- следует выработать способность «воспринимать» сложные тексты; для этого лучший прием – научиться «читать медленно», когда понятно каждое прочитанное слово (а если слово незнакомое, то либо с помощью словаря, либо с помощью преподавателя обязательно его узнать). Таким образом, чтение текста является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации.

От того, насколько осознанна читающим собственная внутренняя установка при обращении к печатному слову (найти нужные сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т.п.) во многом зависит эффективность осуществляемого действия. Грамотная работа с книгой, особенно если речь идет о научной литературе, предполагает соблюдение ряда правил, для овладения которыми необходимо настойчиво учиться. Это серьезный, кропотливый труд. Прежде всего, при такой работе невозможен формальный, поверхностный подход. Не механическое заучивание, не простое накопление цитат, выдержек, а сознательное усвоение прочитанного, осмысление его, стремление дойти до сути – вот главное правило. Другое правило – соблюдение при работе над книгой определенной последовательности. Вначале следует ознакомиться с оглавлением,

содержанием предисловия или введения. Это дает общую ориентировку, представление о структуре и вопросах, которые рассматриваются в книге.

Следующий этап – чтение. Первый раз целесообразно прочитать книгу с начала до конца, чтобы получить о ней цельное представление. При повторном чтении происходит постепенное глубокое осмысление каждой главы, критического материала и позитивного изложения; выделение основных идей, системы аргументов, наиболее ярких примеров и т.д. Непременным правилом чтения должно быть выяснение незнакомых слов, терминов, выражений, неизвестных имен, названий. Студентам с этой целью рекомендуется заводить специальные тетради или блокноты. Важная роль в связи с этим принадлежит библиографической подготовке студентов. Она включает в себя умение активно, быстро пользоваться научным аппаратом книги, справочными изданиями, каталогами, умение вести поиск необходимой информации, обрабатывать и систематизировать ее.

Выделяют четыре основные установки в чтении текста:

- информационно-поисковая (задача – найти, выделить искомую информацию);
- усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить, как сами сведения, излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений);
- аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему);
- творческая (создает у читателя готовность в том или ином виде – как отправной пункт для своих рассуждений, как образ для действия по аналогии и т.п. – использовать суждения автора, ход его мыслей, результат наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

С наличием различных установок обращения к тексту связано существование и нескольких видов чтения:

- библиографическое – просматривание карточек каталога, рекомендательных списков, сводных списков журналов и статей за год и т.п.;
- просмотровое – используется для поиска материалов, содержащих нужную информацию, обычно к нему прибегают сразу после работы со списками литературы и каталогами, в результате такого просмотра читатель устанавливает, какие из источников будут использованы в дальнейшей работе;
- ознакомительное – подразумевает сплошное, достаточно подробное прочтение отобранных статей, глав, отдельных страниц; цель – познакомиться с характером информации, узнать, какие вопросы вынесены автором на рассмотрение, провести сортировку материала;
- изучающее – предполагает доскональное освоение материала; в ходе такого чтения проявляется доверие читателя к автору, готовность принять изложенную информацию, реализуется установка на предельно полное понимание материала;
- аналитико-критическое и творческое чтение – два вида чтения близкие между собой тем, что участвуют в решении исследовательских задач.

Первый из них предполагает направленный критический анализ, как самой информации, так и способов ее получения и подачи автором; второе – поиск тех суждений, фактов, по которым, или, в связи с которыми, читатель считает нужным высказать собственные мысли.

Из всех рассмотренных видов чтения основным для студентов является изучающее – именно оно позволяет в работе с учебной и научной литературой накапливать знания в различных областях. Вот почему именно этот вид чтения в рамках образовательной деятельности должен быть освоен в первую очередь. Кроме того, при овладении данным видом чтения формируются основные приемы, повышающие эффективность работы с текстом. Научная методика работы с литературой предусматривает также ведение записи прочитанного. Это позволяет привести в систему знания, полученные при чтении, сосредоточить внимание на главных положениях, зафиксировать, закрепить их в памяти, а при необходимости вновь обратиться к ним.

Основные виды систематизированной записи прочитанного:

Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения.

Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала.

Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала.

Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора.

Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного. Конспект – сложный способ изложения содержания книги или статьи в логической последовательности. Конспект аккумулирует в себе предыдущие виды записи, позволяет всесторонне охватить содержание книги, статьи. Поэтому умение составлять план, тезисы, делать выписки и другие записи определяет и технологию составления конспекта.

Как правильно составлять конспект? Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта. Выделите главное, составьте план, представляющий собой перечень заголовков, подзаголовков, вопросов, последовательно раскрываемых затем в конспекте. Это первый элемент конспекта. Вторым элементом конспекта являются тезисы. Тезис - это кратко сформулированное положение. Для лучшего усвоения и запоминания материала следует записывать тезисы своими словами. Тезисы, выдвигаемые в конспекте, нужно доказывать. Поэтому третий элемент конспекта - основные доводы, доказывающие истинность рассматриваемого тезиса. В конспекте могут быть положения и примеры. Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана. При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно. Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учитывайте лаконичность, значимость мысли. При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения. Мысли

автора книги следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре произведения. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять поля.

Конспектирование –наиболее сложный этап работы. Овладение навыками конспектирования требует от студента целеустремленности, повседневной самостоятельной работы. Конспект ускоряет повторение материала, экономит время при повторном, после определенного перерыва, обращении к уже знакомой работе. Учитывая индивидуальные особенности каждого студента, можно дать лишь некоторые, наиболее оправдавшие себя общие правила, с которыми преподаватель и обязан познакомить студентов:

1. Главное в конспекте не объем, а содержание. В нем должны быть отражены основные принципиальные положения источника, то новое, что внес его автор, основные методологические положения работы. Умение излагать мысли автора сжато, кратко и собственными словами приходит с опытом и знаниями. Но их накоплению помогает соблюдение одного важного правила – не торопиться записывать при первом же чтении, вносить в конспект лишь то, что стало ясным.

2. Форма ведения конспекта может быть самой разнообразной, она может изменяться, совершенствоваться. Но начинаться конспект всегда должен с указания полного наименования работы, фамилии автора, года и места издания; цитаты берутся в кавычки с обязательной ссылкой на страницу книги.

3. Конспект не должен быть «слепым», безликим, состоящим из сплошного текста. Особо важные места, яркие примеры выделяются цветным подчеркиванием, взятием в рамочку, оттенением, пометками на полях специальными знаками, чтобы можно было быстро найти нужное положение. Дополнительные материалы из других источников можно давать на полях, где записываются свои суждения, мысли, появившиеся уже после составления конспекта.

ПОДГОТОВКА К ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫМ ЗАДАНИЯМ

Практико-ориентированные задания выступают средством формирования у студентов системы интегрированных умений и навыков, необходимых для освоения профессиональных компетенций. Это могут быть ситуации, требующие применения умений и навыков, специфичных для соответствующего профиля обучения (знания содержания предмета), ситуации, требующие организации деятельности, выбора её оптимальной структуры личностно-ориентированных ситуаций (нахождение нестандартного способа решения).

Кроме этого, они выступают средством формирования у студентов умений определять, разрабатывать и применять оптимальные методы решения профессиональных задач. Они строятся на основе ситуаций, возникающих на различных уровнях осуществления практики и формулируются в виде производственных поручений (заданий).

Под практико-ориентированными заданиями понимают задачи из окружающей действительности, связанные с формированием практических навыков, необходимых в повседневной жизни, в том числе с использованием элементов производственных процессов.

Цель практико-ориентированных заданий – приобретение умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Задачи практико-ориентированных заданий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний студентов при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- обучение приемам решения практических задач;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Важными отличительными особенностями практико-ориентированных задания от стандартных задач (предметных, межпредметных, прикладных) являются:

- значимость (познавательная, профессиональная, общекультурная, социальная) получаемого результата, что обеспечивает познавательную мотивацию обучающегося;
- условие задания сформулировано как сюжет, ситуация или проблема, для разрешения которой необходимо использовать знания из разных разделов основного предмета, из другого предмета или из жизни, на которые нет явного указания в тексте задания;

- информация и данные в задании могут быть представлены в различной форме (рисунок, таблица, схема, диаграмма, график и т.д.), что потребует распознавания объектов;

- указание (явное или неявное) области применения результата, полученного при решении задания.

Кроме выделенных четырех характеристик, практико-ориентированные задания имеют следующие:

1. по структуре эти задания – нестандартные, т.е. в структуре задания не все его компоненты полностью определены;

2. наличие избыточных, недостающих или противоречивых данных в условии задания, что приводит к объемной формулировке условия;

3. наличие нескольких способов решения (различная степень рациональности), причем данные способы могут быть неизвестны учащимся, и их потребуется сконструировать.

При выполнении практико-ориентированных заданий следует руководствоваться следующими общими рекомендациями:

- для выполнения практико-ориентированного задания необходимо внимательно прочитать задание, повторить лекционный материал по соответствующей теме, изучить рекомендуемую литературу, в т.ч. дополнительную;

- выполнение практико-ориентированного задания включает постановку задачи, выбор способа решения задания, разработку алгоритма практических действий, программы, рекомендаций, сценария и т. п.;

- если практико-ориентированное задание выдается по вариантам, то получить номер варианта исходных данных у преподавателя; если нет вариантов, то нужно подобрать исходные данные самостоятельно, используя различные источники информации;

- для выполнения практико-ориентированного задания может использоваться метод малых групп. Работа в малых группах предполагает решение определенных образовательных задач в рамках небольших групп с последующим обсуждением полученных результатов. Этот метод развивает навыки сотрудничества, достижения компромиссного решения, аналитические способности.

ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Организуйте коллективную сетевую деятельность.

Методические указания:

Под организацией **коллективной сетевой деятельности** понимают совместные действия нескольких пользователей в сети электронных коммуникаций, направленные на получение информации. Участники совместной сетевой деятельности могут быть объединены общими целями, интересами, что позволяет им обмениваться мнениями, суждениями, а также совершать действия с различными объектами, такими как фотографии, программы, записи, статьи, представленными в цифровом виде.

Подобное взаимодействие может заключаться в различных его видах, таких как:

- - общение;
- - обмен данными;
- - организация трудовой деятельности;
- - совместное времяпрепровождение за сетевыми развлечениями.

Рассмотрим каждый из них. Одним из примеров организации **общения** в сети Интернет могут служить популярные на сегодняшний день сообщества **Livejournal** (www.livejournal.ru), **Facebook** (www.facebook.com), **Twitter** (<http://twitter.com>) и др.

По своей сути это социальные сети, которые работают в режиме реального времени, позволяя участникам взаимодействовать друг с другом. Так, социальная сеть Livejournal (Живой журнал) предоставляет возможность публиковать свои и комментировать чужие записи, вести коллективные блоги («сообщества»), получать оперативную информацию, хранить фотографии и видеоролики, добавлять в друзья других пользователей и следить за их записями в «ленте друзей» и др.

Facebook позволяет создать профиль с фотографией и информацией о себе, приглашать друзей, обмениваться с ними сообщениями, изменять свой статус, оставлять сообщения на своей и чужой «стенах», загружать фотографии и видеозаписи, создавать группы (сообщества по интересам).

Система Twitter позволяет пользователям отправлять короткие текстовые заметки, используя web-интерфейс, sms-сообщения, средства мгновенного обмена сообщениями (например, Windows Live Messenger), сторонние программы-клиенты. Отличительной особенностью Твиттера является публичная доступность размещенных сообщений, что роднит его с **блогами** (онлайн-дневник, содержимое которого, представляет собой регулярно обновляемые записи — **посты**).

Другим способом общения, безусловно, является **электронная почта**. Принципы создания ящика электронной почты подробно рассматривались в практикуме параграфа 2.12. При всех своих плюсах электронная почта не позволяет организовать двусторонний оперативный диалог, максимально приближенный к обычному разговору. Отправив письмо, человек уверен, что оно оперативно будет доставлено в ящик адресата, но будет ли получен быстрый ответ? Кроме того, переписка может растянуться, что сводит к минимуму решение возможных актуальных проблем человека в настоящий момент времени.

Именно поэтому возникла необходимость в самостоятельном классе программ, которые выполняли бы две основные задачи:

1. Показать, находится ли собеседник в данный момент в сети Интернет, готов ли он общаться.
2. Отправить собеседнику короткое сообщение и тут же получить от него ответ.

Такие программы получили название IMS (англ. Instant Messengers Service — служба мгновенных сообщений). Часто такие программы называют **интернет-пейджерами**. В качестве примера подобных программ можно привести Windows Live Messenger, Yahoo!Messenger, ICQ.

Так, программа Windows Live Messenger является одним из компонентов Windows Live — набора сетевых служб от компании Microsoft. Ранее мы познакомились с такими его модулями, как Семейная безопасность и Киностудия. Доступ к Messenger можно получить по адресу <http://download.ru.msn.com/wl/messenger>, либо через кнопку **Пуск** на своем персональном компьютере (предварительно установив основные компоненты службы Windows Live).

В настоящее время произошла интеграция Messenger и программы Skype, функции которой будут рассмотрены позже.

Чтобы начать «разговор», достаточно выполнить двойной щелчок мыши на имени собеседника и ввести сообщение в соответствующее окно. Если друга нет на месте, можно оставить ему сообщение, и он увидит его, когда снова войдет в программу.

Коммуникацию в реальном масштабе времени возможно осуществить с помощью **чатов** (англ. Chatter — болтать). Если ваш компьютер оснащен видеокамерой, вы сможете начать видеочат. Одной из наиболее интересных особенностей видео-чата в Messenger является то, что он позволяет делать через Интернет все, что ранее можно было делать только при личном общении. Например, можно легко обмениваться фотографиями и видеть, как собеседник реагирует на них.

Теперь рассмотрим, каким образом можно организовать коллективную сетевую деятельность, связанную с **обменом данными**. Сразу отметим, что для передачи или открытия доступа к файлам в локальной сети используются стандартные возможности операционной системы компьютера. Для этого достаточно в настройках определенной директории открыть общий доступ на чтение или запись другими пользователями сети.

В настоящее время популярнейшим способом обмена данными является размещение файлов на различных видеохостингах и в социальных сетях. **Хостинг** — это услуга по предоставлению вычислительных мощностей для размещения информации на сервере, постоянно находящемся в сети Интернет. Для размещения видеофайлов, как правило, используются такие крупные видеохостинги, как YouTube (www.youtube.com), Rutube (<http://mtube.ru>). Социальные сети, например Одноклассники (www.odnoklassniki.ru), ВКонтакте (<http://vk.com>) и др., также можно использовать для размещения видеоматериалов.

Хранение, обмен файлов возможно организовать и с помощью облачных сервисов, таких как Яндекс.Диск, SkyDrive, iCloud и т.д. Перечислим ряд достоинств подобного способа организации работы:

- не требуется денежных вложений - сервисы бесплатны;
- возможность резервного хранения данных;
- доступность информации из любой точки мира с разных устройств, подключенных к Интернету;
- пользователь самостоятельно определяет доступность к файлам другим людям;
- большой размер облачного хранилища (7-10 Гб);
- информация не привязана к одному компьютеру;
- доступ к файлам, хранящимся на устройствах с разными аппаратными платформами (Windows, Android, iOS).

В качестве примера рассмотрим работу с программой Яндекс.Диск, которую предварительно следует установить на свой компьютер с адреса <http://disk.yandex.ru/download>. После инсталляции программы на вашем устройстве создается папка Яндекс.Диск, в которой будет находиться ряд папок, таких как Документы, Музыка, Корзина. Теперь, после того как мы добавим, изменим или удалим файл в папке Яндекс.Диск на своем компьютере, то же самое автоматически произойдет на серверах Яндекс, т. е. происходит процесс синхронизации.

Поделиться файлом с друзьями через web-интерфейс можно, выполнив следующие действия:

1. Зайти в свой почтовый ящик на сервисе Яндекс.

2. Выполнив команду **Файлы/Документы**, выделить нужный файл из списка.

3. Установить переключатель на панели предпросмотра в положение **Публичный** и нажать на одну из кнопок, расположенных ниже, что гарантирует публикацию ссылки на файл в одной из социальных сетей (ВКонтакте, Facebook и т.д.) либо отправку по электронной почте (рис. 1).



Рис. 1. Ссылка на файл

Другой возможностью публикации ссылки на файл - получение ее через ОС Windows. В этом случае порядок действий следующий:

- 1. Открыть папку Яндекс.Диск.
- 2. Выполнить щелчок правой кнопкой мыши на нужном файле.
- 3. В контекстном меню выбрать пункт **Яндекс.Диск: Скопировать публичную ссылку**.

Теперь в буфере обмена находится ссылка на файл, например, <http://yadi.Sk/d/91nV8FjiOYnX>, с которой вы можете поделиться со своими друзьями.

Перейдем к описанию организации **трудовой деятельности** как способа совместного сетевого взаимодействия. Она может выглядеть самой разной, от простого общения в видеоконференциях, заканчивая использованием серьезных корпоративных решений для управления рабочим процессом в компании. Примерами таких решений являются:

1. 1С-Битрикс: Корпоративный Портал (<http://www.1c-bitrix.ru/products/intranet/>) — система управления внутренним информационным ресурсом компании для коллективной работы над задачами, проектами и документами.
2. Мегатлан (www.megaplan.ru) — онлайн-сервис для управления бизнесом.
3. TeamLab (www.teamlab.com/ru) — многофункциональный онлайн-сервис для совместной работы, управления документами и проектами.
4. BaseCamp (<http://basecamp.com>) — онлайн-инструмент для управления проектами, совместной работы и постановки задач по проектам.

Рассмотрим эти решения на примере облачного сервиса **Мегатлан**, который относится к модели **SaaS** (англ. Software as a service — программное обеспечение как услуга). В рамках модели SaaS заказчики платят не за владение программным обеспечением как таковым, а за его аренду (т. е. за его использование через web-интерфейс). Таким образом, в отличие от классической схемы лицензирования программного обеспечения заказчик несет сравнительно небольшие периодические затраты (от 150 до 400 руб./мес.), и ему не требуется инвестировать значительные средства в приобретение ПО и аппаратной платформы для его развертывания, а затем поддерживать его работоспособность.

Используя на предприятии Мегатлан, можно получить множество современных эффективных средств управления персоналом компании, в частности:

- выстроить иерархическую структуру предприятия, прояснить уровни подчинения, сделать связи сотрудников внутри предприятия логичными и понятными каждому;
- система управления персоналом на предприятии позволит каждому руководителю контролировать деятельность своих подчиненных в режиме реального времени. Кроме того,

можно получать актуальную информацию, даже не находясь в офисе — для этого достаточно иметь доступ в Интернет;

- получить возможность обмениваться документами, выкладывать в общий доступ бизнес-планы, презентации, проекты и распоряжения, ускоряя обмен информацией внутри предприятия;

- системы обмена сообщениями и корпоративный форум делают общение, как деловое, так и личное, более живым и эффективным. Кроме того, выходящая по ходу исполнения задачи, зафиксированные в Мегатлане, позволяют анализировать ход работы над проектом.

Зарегистрировавшись на вышеуказанном сайте, вы получите бесплатный доступ для знакомства с сервисом Мегатлан. Из трех решений предлагаемых компанией, а именно Совместная работа, Учет клиентов и Бизнес-менеджер, выберите первое — **Совместная работа**. Такой выбор дает возможность эффективно управлять проектами, задачами и людьми. Выбрав модуль **Сотрудники**, добавьте несколько сотрудников, заполнив их личные карточки. Много информации в карточки заносить необязательно, их всегда можно отредактировать, при этом не забывая нажимать на кнопку **Сохранить**. Заполненный модуль **Сотрудники** представлен на рис. 2.



Рис. 2. Модуль Сотрудники

Заполнив базу сотрудников, отметив все необходимые сведения в картотеке, вы получаете автоматизированную систему управления персоналом компании, которая более оперативно, чем любой менеджер по кадрам, будет оповещать вас обо всех изменениях, напоминать о днях рождения, давать доступ к картотеке и персональным сообщениям.

Теперь создайте отделы своей виртуальной организации. Для этого, находясь в модуле **Сотрудники**, выберите блок **Структура**, а в нем ссылку **Добавить отдел**. Чтобы добавить сотрудника в отдел, его надо перетащить мышью из списка **Нераспределенные**. После этого следует установить связь «Начальник-Подчиненный», используя ссылки **Начальники**, **Подчиненные**. Подобная ситуация представлена на рис. 3.

Красные стрелки на схеме обозначают вашу подчиненность, а зеленые — сотрудники подчиняются вам.

Для того чтобы организовать взаимодействие в команде, выберите модуль **Задачи** и поставьте перед каждым сотрудником задачу, указав сроки ее выполнения. Сотрудник может принять или отклонить задачу, делегировать ее своему подчиненному, комментировать задачу, оперировать списком своих задач (распечатывать, сортировать по признакам). Он может даже провалить задачу — и это немедленно станет известно всем, кто с ней связан.

Используя модуль **Документы**, попробуйте создать несколько текстовых документов (их объем не может превышать 300 Мб). Также имеется возможность импортировать имеющиеся документы, которые Мегатлан будет сортировать по типам: текстовые

документы, презентации, PDF-файлы, таблицы, изображения и др. Таким образом, можно хранить общие для всей компании договоры, банки, анкеты и другие важные файлы.

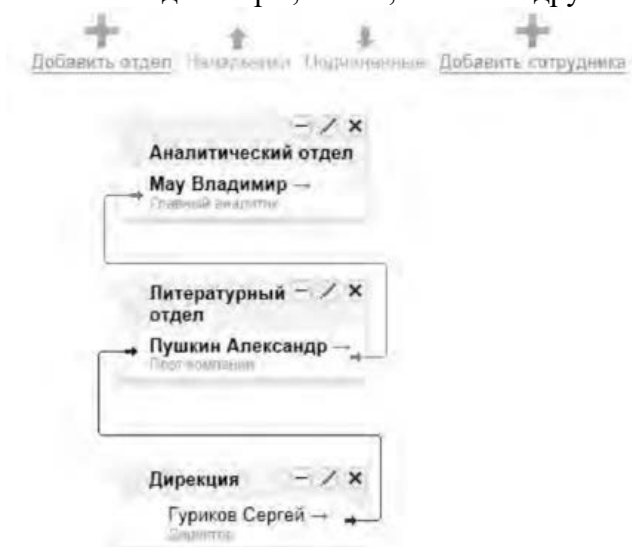


Рис. 3 Организационная структура предприятия

Модуль **Обсуждение** представляет собой корпоративный форум, в рамках которого можно рассматривать любые вопросы. Обсуждение тем может происходить в нескольких уже созданных разделах, а именно Новости, Отдых, Работа. Подобная ситуация представлена на рис. 4.

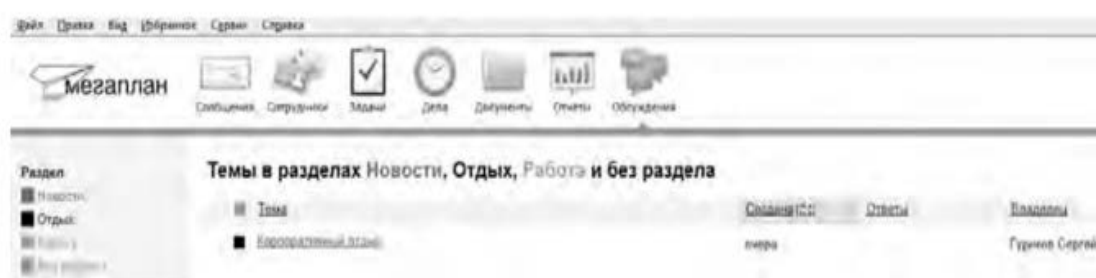


Рис. 4. Создание темы в модуле Обсуждение

Создайте несколько тем, воспользовавшись кнопкой **Добавить**. Обратите внимание на то, что вы можете ограничить просмотр обсуждаемых тем отдельным сотрудникам и группам. Корпоративный форум делает общение внутри компании более открытым. Возможность общения онлайн между сотрудниками, встреча которых могла бы и не произойти в реальной жизни, развивает неформальные отношения, вследствие которых совместная работа над проектами становится более комфортной. Работа над проектом, созданным в виртуальной среде, существенно упрощается за счет системы обмена сообщениями (модуль **Сообщения**), совместной работы, обработки файлов, находящихся в общем доступе.

Итак, освоение базовых функциональных операций в процессе работы с Мегапланом происходит очень быстро. С учетом того, что бесплатная версия продукта позволяет зарегистрировать трех пользователей, можно организовать сетевое взаимодействие, создав учебное предприятие и тем самым, усовершенствовать навыки взаимодействия исполнителей и руководителей в рабочем процессе.

Совместное времяпрепровождение за сетевыми развлечениями — последний вид сетевого взаимодействия, рассматриваемого нами. Сетевыми развлечениями в основном являются компьютерные игры. Вид взаимодействия в играх может быть различным: игроки могут соперничать друг с другом, могут быть в команде, а в некоторых играх возможны оба

вида взаимодействия. Соперничество может выражаться как напрямую, например игра в шахматы, так и в таблице рейтингов в какой-нибудь браузерной игре.

Существует особый жанр игр MMORPG (англ. Massive Multiplayer Online Role-playing Game, массовая многопользовательская онлайн ролевая игра) — разновидность онлайн ролевых игр, позволяющая тысячам людей одновременно играть в изменяющемся виртуальном мире через Интернет. Сообщество любителей игр в жанре MMORPG зарегистрировано в сети Интернет по адресу www.mmorpg.su.

Подобные игры, как правило, построены на технологии «клиент-сервер», но есть разновидности, где в качестве клиента выступает обычный браузер. Игрок в такой игре представляется своим **аватаром** — виртуальным представлением его игрового персонажа. Создатели игры поддерживают существование игрового мира, в котором происходит действие игры и который населен ее персонажами.

Когда геймеры попадают в игровой мир, они могут в нем выполнять различные действия вместе с другими игроками со всего мира. Разработчики MMORPG поддерживают и постоянно развивают свои миры, добавляя новые возможности и доступные действия для того, чтобы «гарантировать» интерес игроков. Яркими представителями подобного рода игр на сегодняшний день являются EverQuest, World of Warcraft, Anarchy Online, Asheron's Call, Everquest II, Guild Wars, Ragnarok Online, Silkroad Online, The Matrix Online, City of Heroes.

Задания:

а)Создайте свой аккаунт (если вы его не имеете) в одной из социальных сетей, например Livejournal или Facebook. Выполните скриншоты своего блога. Результат отправьте на электронную почту преподавателя.

б)Используя программу Windows Live Messenger, добавьте в друзья (по предварительной договоренности) своего преподавателя и свяжитесь с ним в режиме реального времени либо оставьте ему сообщение.

в)Установите на свой компьютер программу Яндекс.Диск. Предоставьте доступ к нескольким файлам своему преподавателю.

г)Создайте учебное предприятие, используя облачный сервис Мегатлан. Заполните информацией все имеющиеся в программе модули. Установите связи между отделами. Пригласите нескольких своих друзей в проект. Продемонстрируйте результат преподавателю, открыв ему доступ.

д)Напишите краткий отчет о результатах своей работы по созданию виртуального предприятия, указав в нем этапы его создания, результаты совместной сетевой деятельности.

е)Являетесь ли вы участником какой-либо игры в жанре MMORPG? Если да, расскажите об основных правилах той игры, в которой вы участвуете. Каким образом происходит ваше взаимодействие в ней с друзьями?

3. Организация форумов

Методические указания

В настоящее время перед каждым образовательным учреждением стоит задача формирования открытой информационной образовательной среды. Эффективным механизмом является использование коммуникационных возможностей сети Интернет. В частности, организация на сайтах или в информационных системах образовательных учреждений форумов (дискуссий).

Форум — это web-страница, созданная на основе клиент-серверной технологии для организации общения пользователей сети Интернет. Концепция форума основана на создании разделов, внутри которых происходит обсуждение различных тем в форме сообщений. От чата форум отличается тем, что общение может происходить не в реальном времени. Таким образом, человек имеет возможность подумать над своим ответом или над создаваемой темой.

По методу формирования набора тем форумы бывают:

- **тематические.** В рамках таких форумов пользователи обсуждают предварительно опубликованную статью, новость СМИ и т.д. Обсуждение происходит в одной или нескольких темах;

- **проблемные.** Для обсуждения предлагается ряд проблемных вопросов (тем). Обсуждение каждой проблемы происходит в своей ветке. Чаще всего в подобных типах форумов пользователь не имеет права создавать новую тему;

- **постоянно действующие форумы.** Форумы поддержки (помощи). По такому принципу строятся форумы технической поддержки, различные консультации и пр. Чаще всего это форумы с динамическим списком тем, где простые участники могут создавать новую тему в рамках тематики форума.

Форумы функционируют согласно определенным правилам, которые определяют администраторы и модераторы. **Администратор форума** следит за порядком во всех разделах, контролирует общение на ресурсе и соблюдение правил сайта. **Модератор форума** чаще всего следит за порядком в конкретном разделе, имеет более узкие права, чем администратор. Его основная задача — увеличивать популярность форума, количество участников и число интересных обсуждений. Дополнительные задачи:

- стимулировать появление новых интересных тем;
- стимулировать общение на форуме;
- не допускать конфликтных ситуаций на форуме, а в случае их возникновения — уметь найти выход из сложной ситуации;
- при появлении в темах **спам** (рассылка коммерческой и иной рекламы или иных видов сообщений (информации) лицам, не выразившим желания их получать) немедленно сообщать об этом администратору сайта;
- следить за культурой сетевого общения.

Для каждого конкретного форума администратором могут быть созданы свои правила, но в целом их можно свести к следующим:

1. На форумах приветствуется поддержание дискуссии, обмен опытом, предоставление интересной информации, полезных ссылок.

2. Не нужно вести разговор на «вольные» темы и размещать бессодержательные (малосодержательные) или повторяющиеся сообщения. Под бессодержательными (малосодержательными) понимаются, в частности, сообщения, содержащие исключительно или преимущественно эмоции (одобрение, возмущение и т. д.).

3. Желательно проверять грамотность сообщений (например, редактором Microsoft Word) — ошибки затрудняют понимание вопроса или ответа и могут раздражать участников обсуждения.

4. Длинные сообщения желательно разбивать на абзацы пустыми строчками, чтобы их было удобно читать.

5. Запрещается размещать заведомо ложную информацию.

6. Не рекомендуется публиковать сообщения, не соответствующие обсуждаемой теме, в том числе личные разговоры в ветках форума.

7. Не следует писать сообщения сплошными заглавными буквами, так как это эквивалентно повышению тона, а также латинскими буквами. При этом сообщение считается нарушающим данное правило, если такого рода текстом набрано более трети всего сообщения.

8. Участники форума не должны нарушать общепринятые нормы и правила поведения. Исключено употребление грубых слов и ненормативной лексики, выражение расистских, непристойных, оскорбительных или угрожающих высказываний, нарушений законодательства в области авторского права или сохранности конфиденциальной информации.

9. Запрещено публично обсуждать нелегальное использование (в том числе взлом) программного обеспечения, систем безопасности, а также публикацию паролей, серийных номеров и адреса (ссылки), по которым можно найти что-либо из вышеназванного.

10. Не следует размещать в форумах, а также рассылать через личные сообщения коммерческую рекламу и спам.

Для создания форумов используется ряд программных решений, написанных на языке PHP (англ. Hypertext Preprocessor — предпроцессор гипертекста) и используемых для ведения своей базы данных сервер MySQL. К их числу относится **Invision Power Board** (www.invisionpower.com), **vBulletin** (www.vbulletin.com), **PHP Bulletin Board** (www.phpbb.com), **Simple Machines Forum** (www.simplemachines.org) и ряд других. Однако создать «движок форума» с помощью перечисленного программного обеспечения начинающему пользователю будет весьма непросто, поскольку и сами программы, и документация к ним написаны на английском языке.

Попробовать свои силы для создания тематического форума можно с использованием российских web-сервисов, предлагающих свои услуги в этом направлении. Остановим свой выбор на сервисе Forum2x2 (www.forum2x2.ru), который предлагает создание и хостинг форумов. Forum2x2 позволяет создать форум бесплатно, всего за несколько секунд и без всяких технических знаний, а после — мгновенно начать общение. Интерфейс форума является наглядным, простым в использовании и легко настраивается.

Определим следующую задачу — создать форум своего учебного заведения. Находясь на сайте сервиса Forum2x2, выберем кнопку **Создать бесплатный форум**. Пользователю будет предложено выбрать одну из четырех версий создания форумов: Phpbb3, Phpbb2, IPB и Punbb. Их краткая характеристика будет представлена в соответствующих вкладках. Воспользуемся самым простым из них - **Punbb**, который предоставляет только базовые опции web-форума, а следовательно, является оптимальным по скорости и простоте использования. Далее нам предстоит выполнить три простых шага:

1. Выбрать графический стиль форума.
2. Ввести название форума, его интернет-адрес, свой адрес электронной почты, пароль.
3. Прочитать информацию о недопустимом содержании создаваемого форума.

На этом создание форума можно считать завершенным. На рис. 5 представлен один из возможных примеров созданного форума.



Рис. 5 Внешний вид созданного форума

В своем электронном почтовом ящике вы обнаружите письмо от администрации сервиса Forum2x2, в котором будут даны несколько полезных советов для успешного начала работы форума, в частности:

- - поместить в форум несколько сообщений, чтобы задать тон обсуждения;
- - внести личный аспект в стиль оформления форума, подобрав цвета и шрифты;

- - сообщить по электронной почте друзьям о новом форуме и пригласить их поучаствовать в форуме;
- - поместить ссылки на форум на других сайтах, форумах и в поисковых системах.

Для администрирования вновь созданного форума необходимо ввести имя пользователя (Admin) и пароль, который вы выбрали при создании форума. После этого вы получаете доступ к ссылке **Панель администратора**, расположенной внизу страницы, которая имеет несколько вкладок (рис. 6).



Рис. 6. Вкладки Панели администратора

Вкладка **Главная** отображает информацию по статистике созданных сообщений, количеству пользователей и тем. Здесь же можно воспользоваться практическими советами по повышению посещаемости созданного форума. Попробуйте пригласить на созданный форум своих друзей, знакомых, с помощью ссылки **Адреса Email**, вводя в соответствующее поле их электронные адреса. Максимальное число приглашений, отправляемых за один раз, — десять.

Вкладка **Общие настройки** позволяет сконфигурировать форум в соответствии с личными целями администратора. В частности, можно изменить название сайта, его описание, определить конфигурацию защиты форума, определить E-mail администратора.

С помощью раздела **Категории и форумы** создайте свои форумы, определите порядок их вывода с помощью соответствующих кнопок (**Сдвинуть вверх**, **Сдвинуть вниз**). **Категория** представляет собой совокупность форумов, объединенных общей тематикой. Один из возможных примеров создания форумов приведен на рис. 7.

Сделанные изменения доступны для просмотра после нажатия на кнопку **Просмотр форума**. Находясь на вкладке **Общие настройки**, перейдите в раздел **Раскрутка форума** и выберите пункт **Поисковые системы**. Введите информацию для ваших мета-тегов, чтобы улучшить позицию вашего форума в поисковых системах. **Мета-теги** — это невидимые коды, используемые поисковиками для индексации и позиционирования вашего форума. Зарегистрируйте ваш форум в основных поисковых системах: Yandex, Google, Rambler.



Рис. 7. Структура форумов

Используя вкладку **Оформление**, поэкспериментируйте с различными стилями для того, чтобы повысить привлекательность форума. Здесь же можно поменять версию «движка» форума.

Будучи администратором вашего форума, вы являетесь его единственным полноправным хозяином и полностью контролируете его. С помощью вкладки **Пользователи & Группы** создайте группу модераторов, ответственных за соблюдение установленных вами правил (правил орфографии, правил поведения на форуме и т.д.).

Перейдите на вкладку **Модули**. Здесь вы можете добавить к вашему форуму такие модули, как портал, календарь, галерея, чат или листы персонажей. Выберите ссылку **Портал**. Появится информация о том, что портал не установлен. Нажмите ссылку — установить. Внешний вид созданного портала представлен на рис. 8.



Рис. 8. Созданный портал

На вкладке **Модули** попробуйте поработать с виджетами (гаджетами) форума, из которых и состоит портал. **Виджет** — это элемент интерфейса, предназначенный для облегчения доступа к информации.

Добавьте/удалите стандартные виджеты форума (Поиск, Календарь, Новости, Последние темы, Самые активные пользователи и др.), отслеживая изменения нажатием кнопки **Просмотр портала**. Оставьте наиболее удачный, с вашей точки зрения, вариант.

Итак, мы приобрели первоначальные практические навыки создания собственного форума и выполнили действия, направленные на увеличение его посещаемости. Кроме того, необходимо создать ссылку на форум с главной страницы сайта учебного заведения. Следует отметить, что, для того чтобы созданный форум не оставался в статичном виде, необходима большая работа администратора, модераторов по его поддержанию.

Альтернативным способом организации форумов является их развертывание в информационной системе учебного заведения. На современном отечественном рынке автоматизированных информационных систем управления учебным процессом представлено достаточно большое количество решений. Свой выбор остановим на ИС ModEUS (<http://modeus.krf.ane.ru/index.php>), которая разработана с учетом специфики российского образования и обеспечивает автоматизацию учебного процесса, в том числе и дистантного (учет учебного процесса, его планирование и публикация, подготовка отчетной документации).

После регистрации в системе ModEUS, нужно выбрать ссылку **Дискуссии**. Вы можете организовать дискуссию (форум) по любому из находящихся в системе курсов, щелкнув мышью по его названию.

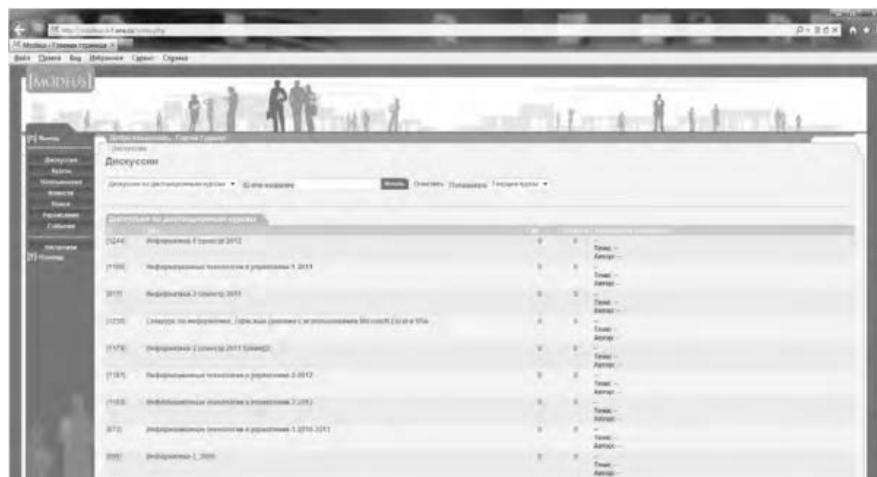


Рис. 9. Страница Дискуссии в ИС ModEUS

Создадим новую тему, нажав одноименную кнопку. Впишем в соответствующие поля название темы и вопрос, предлагаемый для обсуждения. Подобная ситуация представлена на рис. 437. Кроме того, мы имеем возможность прикрепить текстовый файл объемом не более 16 Мб, например список вопросов к экзамену.

После нажатия на кнопку **Создать** тема дискуссии отображается в системе (рис. 10), и любой из студентов может принять участие в ее обсуждении.

Таким образом, можно определить преимущества создания форума в информационной системе учебного заведения:

- - отсутствует необходимость иметь практические навыки работы по созданию web-страниц;
- - нет необходимости заботиться о раскрутке форума - студенты и преподаватели постоянно работают в системе.

В то же время есть и ряд недостатков, в частности:

- - форум доступен исключительно для студентов и преподавателей учебного заведения, в котором функционирует информационная система;
- - стандартизированный типовой интерфейс для всех выполняемых функций;
- - нет возможности организовать дискуссию на вольную тему.



Рис. 10 Создание новой темы

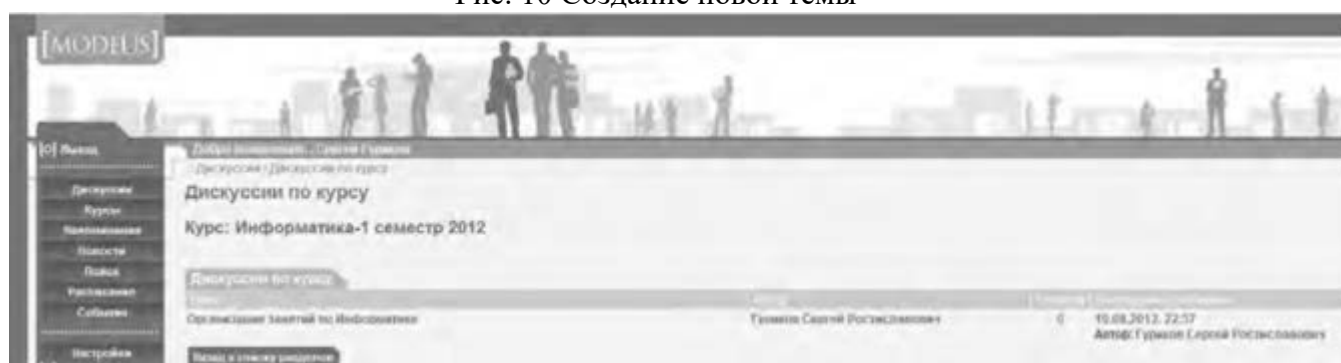


Рис. 11. Создана тема для дискуссии

Использование тестирующих систем в локальной сети образовательного учреждения

Теперь познакомимся с возможностями ИС ModEUS для **организации тестирования студентов в локальной сети образовательного учреждения**. Использование тестирования как наиболее объективного метода оценки качества образования широко используется в учебных заведениях России. Полнота охвата проверкой требований к уровню подготовки студентов предполагает методику конструирования тестовых заданий закрытого и открытого типа. К тестовым заданиям **закрытого типа** относятся задания, предполагающие выбор верного ответа из предложенных вопросов. Тестовые задания **открытого типа** требуют конструирования ответов с кратким и развернутым ответом. И тот, и другой тип заданий успешно реализуются в ИС ModEUS.

Прежде чем создать тестовое задание, необходимо зайти в один из учебных курсов, находящихся в репозитории (хранилище данных), нажав кнопку **Курсы** в главном меню. Под «курсом» в ИС ModEUS понимается дисциплина, находящаяся в учебном плане.

Найдем в списке **Занятия курса** требуемое занятие и нажмем ссылку **Список заданий**, находящуюся справа от поля **Тип**. Для того чтобы добавить задание в занятие, нажмем кнопку **Добавить**. Подобная ситуация представлена на рис. 11.

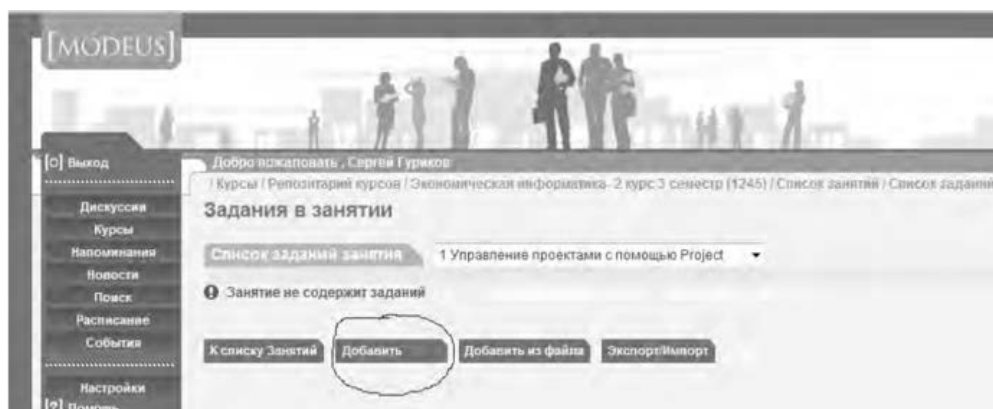


Рис.12. Добавление задания

Тип задания можно выбрать из раскрывающегося списка (рис. 12), кроме того, можно дать название новому заданию, установить балл и выбрать количество попыток сдачи.

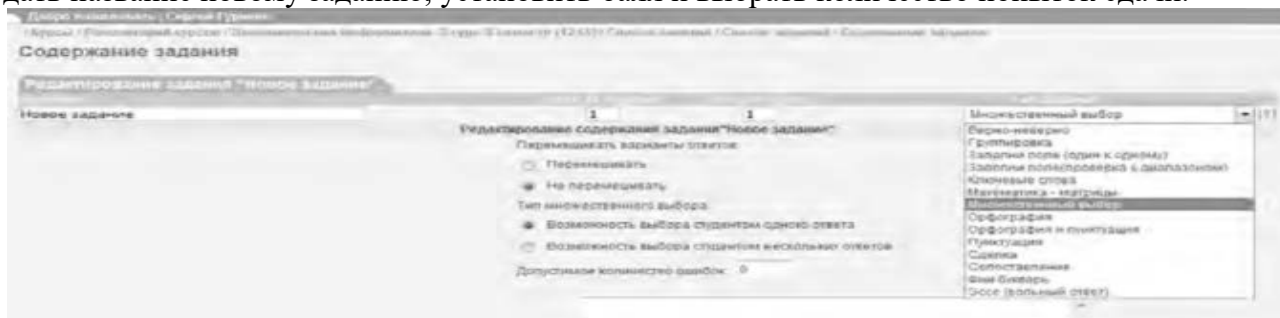
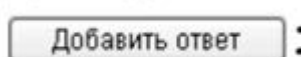


Рис.13. Выбор типа задания

Рассмотрим несколько примеров формирования вопросов закрытого и открытого типа в ИС ModeUS.

Тестовое задание со множественным выбором верных ответов (закрытый тип). Данный тип задания дает вам возможность задать вопрос и варианты ответов на него, из которых обучающийся должен выбрать верный (рис. 14). Правильным может быть один или несколько вариантов. Для того чтобы наполнить задание, выполните следующие действия:

- - в опции **Перемешивать варианты ответов** поставьте метку в поле **Перемешивать**, если вы хотите, чтобы указанные вами варианты ответов выводились на экран в различном порядке, поставьте метку в поле **Не перемешивать**, если варианты ответов должны выводиться всегда в одинаковом порядке;
- - в опции **Тип множественного выбора** поставьте метку в поле **Возможность выбора студентом одного ответа**, если обучающийся из предложенных вариантов ответов может выбрать только один верный, поставьте метку в поле **Возможность выбора студентом нескольких ответов**, если обучающийся может выбрать несколько верных ответов;
- - введите текст задания в поле **Текст задания**;
- - в случае если в задании присутствует приложение, укажите путь к этому приложению, нажав на кнопку **Обзор...** и указав путь к файлу на жестком или сетевом диске. Приложением может быть документ любого формата, например изображение;
- - введите тексты вариантов ответов в соответствующие поля;
- - для добавления нового поля под вариант ответа нажмите на кнопку



- каждый вариант ответа может быть дополнен приложением. Для добавления к варианту ответа приложения укажите путь к нему в поле **Добавить приложение**, нажав на

кнопку  и указав путь к файлу на жестком или сетевом диске;

- установите флажки напротив одного или нескольких правильных вариантов ответа;

- нажмите на кнопку  для сохранения задания в базе данных;

- нажмите на кнопку , чтобы сохранить задание и сразу

перейти к составлению нового задания.

Название	Балл за задание	Попыток сдачи	Тип задания
Задание 6	1	1	Множественный выбор

Редактирование содержания задания "Задание 6"

Перемешивать варианты ответов:

☒ Перемешивать

☐ Не перемешивать

Тип множественного выбора:

☒ Возможность выбора студентом одного ответа

☐ Возможность выбора студентом нескольких ответов

Текст задания:

На каком уровне семиуровневой модели ISO происходит передача кадра данных между узлами. В качестве адресов используются MAC-адреса

Добавить приложение:  

Варианты ответов:

1 физический уровень  

2 каналный уровень  

3 сетевой уровень  

4 транспортный уровень  

5 сеансовый уровень  

6 уровень представления  

7 прикладной уровень  



Рис. 14. Создание задания со множественным выбором верных ответов

Тестовое задание с добавлением слова (открытый тип). Данный тип задания (рис. 15) дает вам возможность задать вопрос, на который обучающийся должен ответить, введя

ответ с клавиатуры в виде текста, цифры, слова, математической формулы и т.д. Для того чтобы наполнить задание, выполните следующие действия:

- - введите текст задания в поле **Текст задания**;
- - текст задания может представлять собой текст или текст в сочетании с приложением. Чтобы добавить приложение (изображение или документ), нажмите на

кнопку , находящуюся под полем **Текст задания**, и укажите путь к файлу на жестком или сетевом диске;

- - в поле **Вопрос** введите вопрос, на который должен ответить обучающийся;
- - в поле **Ответ** укажите правильный ответ;
- в пределах одного задания вы можете задать обучающемуся несколько вопросов. Для

добавления вопроса нажмите на кнопку ;

- нажмите на кнопку  для сохранения задания в базе данных;

- нажмите на кнопку , чтобы сохранить задание и сразу перейти к составлению нового задания.

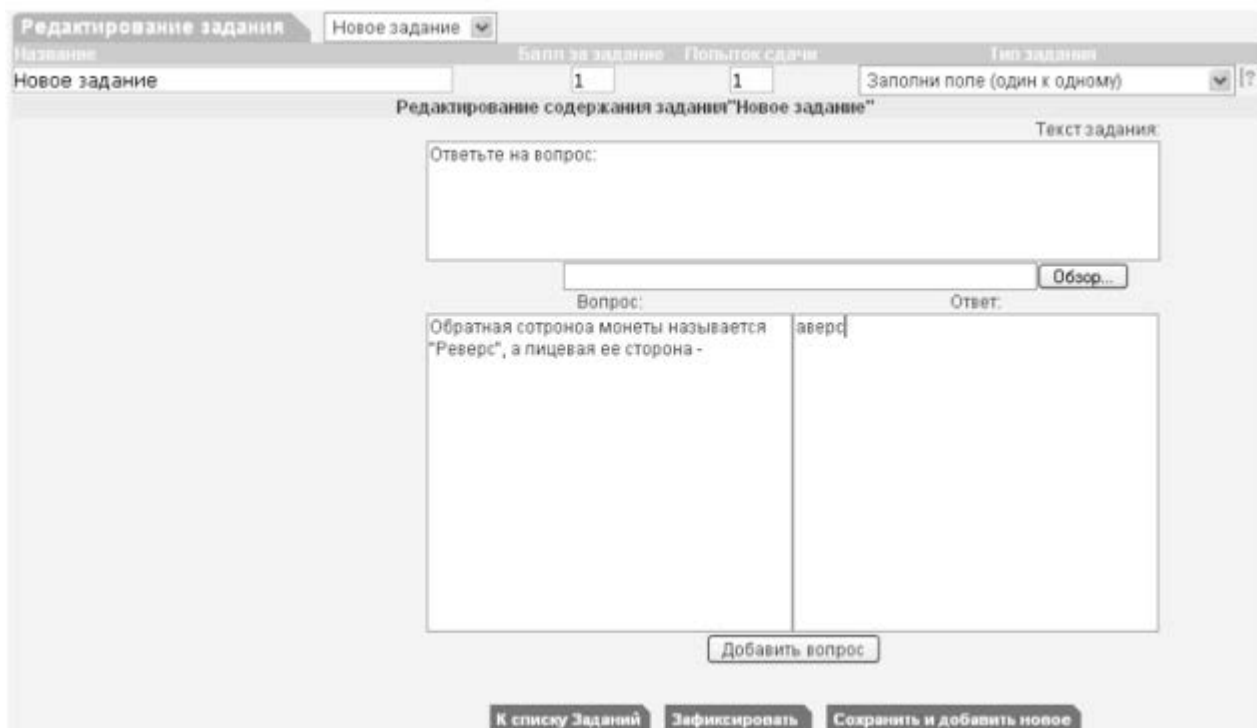


Рис. 15 Создание задания с добавлением слова

Кроме рассмотренных типов заданий, в ИС ModEUS существует и ряд других, в частности: **Верно - неверно**. Данный тип задания предоставляет возможность обучающемуся выбрать один из вариантов ответа («верно» или «неверно») на поставленный вопрос.

Группировка. В данном типе задания обучающемуся необходимо распределить заданный список понятий по группам.

Заполни поле (проверка с диапазоном). Данный тип задания дает возможность задать вопрос, на который обучающийся должен ответить, введя с клавиатуры числовой ответ.

Сопоставление. Проверяется способность обучающихся сопоставить понятия по указанному принципу.

Эссе. Обучающийся отвечает в свободной форме на поставленный преподавателем вопрос. Вопрос может быть представлен в виде текста или любого другого документа.

Следует отметить, что в ИС ModEUS можно задать количество вопросов, время на проведение тестовых заданий, а также **мощность теста**. Мощность определяет количество

заданий, которые будут предложены студенту для выполнения. Например, если в группе заданий десять вариантов заданий, а мощность группы равна пяти, то студенту будут предложены для выполнения пять заданий из десяти. После проведения тестирования в информационной системе происходит автоматическое формирование оценок на основании выполненных студентами заданий.

Итак, мы завершили рассмотрение возможностей информационной системы, работающей в локальной сети учебного заведения для организации форумов и проведения тестирования студентов.

Настройка видео web-сессий

В настоящее время миллионы пользователей во всем мире используют видеосвязь с помощью сети Интернет для общения друг с другом. Достоинства такого способа общения очевидны: есть возможность слышать и визуально наблюдать собеседника, находящегося, возможно, за тысячи километров. Для обеспечения полноценной видеосвязи для захвата и воспроизведения видео и звука могут использоваться как встроенные в компьютер камера, микрофон или динамик, так и внешние устройства, такие как web-камера, головная гарнитура, а также следует обеспечить высокоскоростной доступ к Интернету.

Взаимодействие собеседников при организации видео web-сессий возможно в нескольких направлениях: видеоконференция и видеотелефония.

1. Видеоконференция — это технология интерактивного взаимодействия двух и более человек, при которой между ними происходит обмен информацией в режиме реального времени. Существует нескольких видов видеоконференций:

- **симметричная (групповая)** видеоконференция позволяет проводить сеансы показа презентаций или рабочего стола;
- **асимметричная** видеоконференция используется для дистанционного образования. Позволяет собрать в конференции множество участников таким образом, что все они будут видеть и слышать одного ведущего, он, в свою очередь, всех участников одновременно;
- **селекторное видеосовещание** — рассчитано на взаимодействие большой группы участников, при котором пользователи имеют возможность активно обсуждать действия при чрезвычайных ситуациях, оперативно решать текущие вопросы.

Для эффективной организации проведения web-конференций, маркетинговых презентаций, онлайн-обучения, совещаний и любых других видов онлайн-встреч существует ряд программных решений. В качестве примера можно привести программы Mirapolis Virtual Room (<http://virtualroom.ru/>), ВидеоМост (www.videomost.com), TrueConf Online (<http://trueconf.ru/>) и др.

2. Видеотелефония — реализуется посредством сеанса видеосвязи между двумя пользователями, во время которого они могут видеть и слышать друг друга, обмениваться сообщениями и файлами, вместе работать над документами и при этом находиться в разных местах в комфортной для себя обстановке.

Для того чтобы общаться с близкими и друзьями, можно бесплатно совершать видеозвонки с помощью таких программ, как Skype (<http://www.Skype.com/intl/ru/get-skype>), Mail.ru Агент (<http://agent.mail.ru>) и ряд других.

Для того чтобы проверить наличие встроенной web-камеры на компьютере, достаточно войти в меню **Пуск**, выбрать **Компьютер**, щелкнуть на нем правой кнопкой мыши и в контекстно-зависимом меню нажать пункт **Свойства**. Далее следует выбрать пункт меню **Диспетчер устройств**, а в нем пункт **Устройства обработки изображений**. Наличие в нем устройства, например, USB 2.0 Camera свидетельствует о наличии web-камеры.

Кроме того, в документации к компьютеру (Руководство пользователя) или другому устройству должны быть приведены сведения об установленных в систему устройствах и, в частности, инструкция по использованию встроенной камеры и программному обеспечению, отвечающему за данное устройство.

Одной из таких популярных утилит является ArcSoft WebCam Companion — пакет приложений для взаимодействия с web-камерой, который позволяет захватывать, редактировать изображения и записывать видео. Самостоятельно проведите ее инсталляцию, воспользовавшись web-адресом <http://arcsoft-webcam-companion.en.softonic.com>. После установки данной программы на компьютер ее можно запустить на выполнение командой **Пуск/Все программы/ArcSoft WebCam Companion/WebCam Companion**. Интерфейс программы представлен несколькими разделами: Захват, Маска, Забавная рамка, Пресса, Монитор, Другие приложения (рис. 16).



Рис. 16. Пункты меню программы ArcSoft WebCam Companion

Выберем значок **Захват**, а в нем пункт меню **Параметры web-камеры**. Откроется окно, представленное на рис. 17.

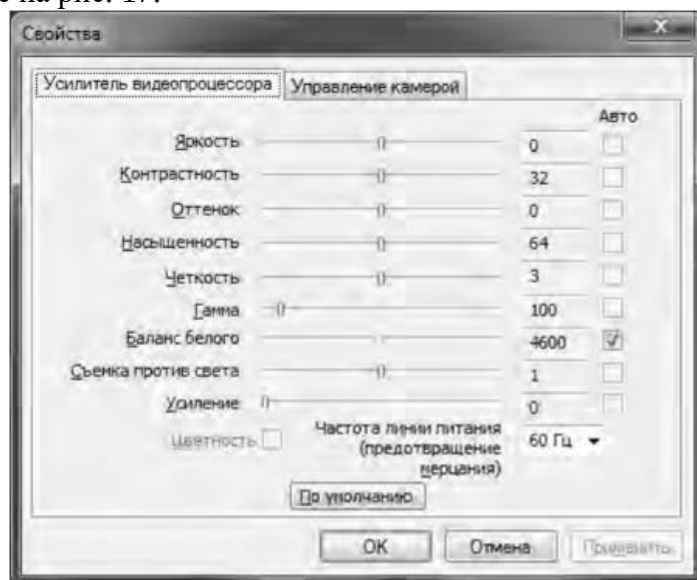


Рис. 17. Окно Свойства web-камеры

Как видно из рис. 17, в данном окне можно изменить основные параметры настройки web-камеры, одновременно наблюдая за результатом на экране. При желании настройки можно вернуть в исходное состояние, нажав на кнопку **По умолчанию**.

Теперь поговорим о том, как организовать web-сессию в такой популярной программе, как Skype. Ее большим преимуществом является такой факт, что звонки между абонентами являются бесплатными. Однако, если вы делаете звонок на мобильный или стационарный телефон, вам потребуется позаботиться о том, чтобы на вашем счете были деньги. Положить деньги на оплату разговоров в Skype вы можете с использованием такого сервиса, как Яндекс.Деньги (<https://money.yandex.ru/>).

Инсталлируйте программу Skype, воспользовавшись ее адресом в сети Интернет <http://www.skype.com/intl/ru/get-skype>. После установки программа становится доступной после выполнения команды **Пуск/Все программы/ Skype/Skype**. В окне регистрации введите свой логин и пароль. Обратите внимание на то, что если вы установите флажок в пункте **Автоматическая авторизация при запуске Skype**, то вам не придется каждый раз вводить свои данные.

Добавьте своих друзей, родственников в список контактов, воспользовавшись командой **Контакты/Добавить контакт**. Вам нужно ввести фамилию, имя знакомого, его контактный телефон, адрес электронной почты. В результате ваши контакты будут располагаться в группе **Контакты** и будут видны при каждом запуске программы.

Выполним настройку web-камеры. Последовательно нажмем **Инструменты/Настройки/Настройки видео**. Появится окно, представленное на рис. 18.

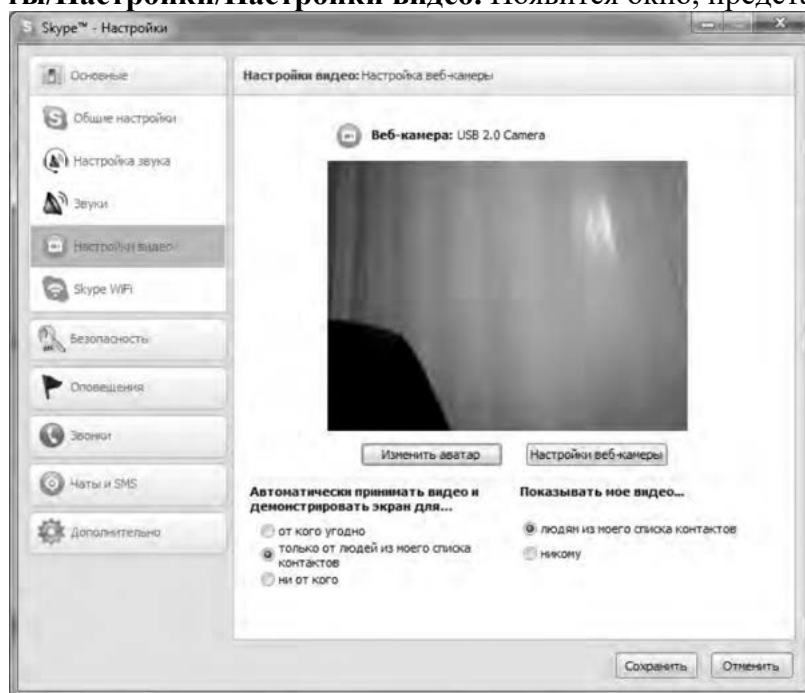


Рис.18. Окно Настройки

Если вы видите изображение - камера настроена и готова к работе. В противном случае, Skype выведет об этом текстовое сообщение. Теперь перейдем в меню **Настройка звука**. Проверьте, что поставлен флажок в опции **Разрешить автоматическую настройку микрофона**. Скажите несколько слов вслух, уровень громкости звука в опции **Громкость** должен изменяться. Окончательно проверить сделанные настройки можно с помощью контрольного звонка. Для этого, находясь в меню **Настройка звука**, выберите пункт **Сделать контрольный звонок в Skype**. В ходе контрольного звонка вы сможете сделать запись своего голоса в течение десяти секунд, а затем прослушать его. Если этот эксперимент окончится удачно, значит, все настройки выполнены правильно и программа готова к работе.

Теперь, когда мы завершили работу с настройками программы, можно попробовать сделать видеозвонок. Для этого необходимо совершить следующие действия:

1. Войти в программу Skype.
2. В группе **Контакты** щелчком мыши выбрать абонента. Во время звонка он должен быть в сети, о чем будет свидетельствовать соответствующий значок в программе Skype.
3. Нажать кнопку **Видеозвонок**.

Через несколько секунд соединение будет установлено и вы можете начать разговор, в процессе которого вы будете видеть и слышать своего собеседника. Подобная ситуация представлена на рис. 19.



Рис. 19 Сеанс связи установлен

Если во время разговоров у вас возникают неполадки со звуком, такие как сильный фоновый шум, эхо, задержка звука, «механический» звук или пропадание слов, следует убедиться в следующем:

1. Использует ли собеседник последнюю версию программы Skype? Информацию о версии программы можно получить, выполнив команду **Помощь/О Skype**.
2. Нет ли рядом с микрофоном источников шума?
3. Не расположен ли микрофон рядом с динамиками?
4. Достаточно ли высокая скорость соединения?

Кроме того, когда программа Skype обнаруживает неполадки во время звонка, на экране появляется сообщение с рекомендациями, которые помогут вам повысить качество связи. Необходимо выполнить эти рекомендации.

Итак, вы получили теоретические сведения и практические навыки работы с организацией видео web-сессий, которые, несомненно, будут востребованы в вашей повседневной жизни.

Задания:

а) Зарегистрируйтесь на сервисе Forum2x2. Создайте форум своего учебного заведения, выбрав одну из четырех версий создания форумов. Выполните советы для успешного начала работы своего форума, приведенные в параграфе 5.4. После завершения работы отправьте на электронную почту преподавателя ссылку на созданный вами форум.

б) Установите на свой компьютер программу Skype. Сделайте видеозвонок вашему преподавателю (по предварительной договоренности).

2. Проведите диагностику стиля делового общения.

Инструкция. С помощью этого теста вы можете оценить свой стиль делового общения. Вам предложено 80 утверждений. Из каждой пары выберите одно — то, которое, как вы считаете, наиболее соответствует вашему поведению. Обратите внимание на то, что ни одна пара не должна быть пропущена. Тест построен таким образом, что ни одно из приведенных ниже утверждений не является ошибочным.

1. Я люблю действовать.
2. Я работаю над решением проблем систематическим образом.
3. Я считаю, что работа в командах более эффективна, чем на индивидуальной основе.
4. Мне очень нравятся различные нововведения.
5. Я больше интересуюсь будущим, чем прошлым.
6. Я очень люблю работать с людьми.
7. Я люблю принимать участие в хорошо организованных встречах.

8. Для меня очень важными являются окончательные сроки.
9. Я против откладываний и проволочек.
10. Я считаю, что новые идеи должны быть проверены прежде, чем они будут применяться на практике.
11. Я очень люблю взаимодействовать с другими людьми. Это меня стимулирует и вдохновляет.
12. Я всегда стараюсь искать новые возможности.
13. Я сам люблю устанавливать цели, планы и т.п.
14. Если я что-либо начинаю, то доделываю это до конца.
15. Обычно и стараюсь понять эмоциональные реакции других.
16. Я создаю проблемы другим людям.
17. Я надеюсь получить реакцию других на свое поведение.
18. Я нахожу, что действия, основанные на принципе «шаг за шагом», являются очень эффективными.
19. Я думаю, что хорошо могу понимать поведение и мысли других.
20. Я люблю творческое решение проблем.
21. Я все время строю планы на будущее.
22. Я восприимчив к нуждам других.
23. Хорошее планирование — ключ к успеху.
24. Меня раздражает слишком подробный анализ.
25. Я остаюсь невозмутимым, если на меня оказывают давление.
26. Я очень ценю опыт.
27. Я прислушиваюсь к мнению других.
28. Говорят, что я быстро соображаю.
29. Сотрудничество является для меня ключевым словом.
30. Я использую логические методы для анализа альтернатив.
31. Я люблю, когда одновременно у меня идут разные проекты.
32. Я постоянно задаю себе вопросы.
33. Делая что-либо, я тем самым учусь.
34. Полагаю, что я руководствуюсь рассудком, а не эмоциями.
35. Я могу предсказать, как другие будут вести себя в той или иной ситуации.
36. Я не люблю вдаваться в детали.
37. Анализ всегда должен предшествовать действиям.
38. Я способен оценить климат в группе.
39. У меня есть склонность не заканчивать начатые дела.
40. Я воспринимаю себя как решительного человека.
41. Я ищу такие дела, которые бросают мне вызов.
42. Я основываю свои действия на наблюдениях и фактах.
43. Я могу открыто выразить свои чувства.
44. Я люблю формулировать и определять контуры новых проектов.
45. Я очень люблю читать.
46. Я воспринимаю себя как человека, способного интенсифицировать, организовать деятельность других.
47. Я не люблю заниматься одновременно несколькими вопросами.
48. Я люблю достигать поставленных целей.
49. Мне нравится узнавать что-либо о других людях.
50. Я люблю разнообразие.
51. Факты говорят сами за себя.
52. Я использую свое воображение, насколько это возможно.
53. Меня раздражает длительная, кропотливая работа.
54. Мой мозг никогда не перестает работать.
55. Важному решению предшествует подготовительная работа.

56. Я глубоко уверен в том, что люди нуждаются друг в друге, чтобы завершить работу.
57. Я обычно принимаю решение, особо не задумываясь.
58. Эмоции только создают проблемы.
59. Я люблю быть таким же, как другие.
60. Я не могу быстро прибавить пятнадцать к семнадцати.
61. Я примеряю свои новые идеи к людям.
62. Я верю в научный подход.
63. Я люблю, когда дело сделано.
64. Хорошие отношения необходимы.
65. Я импульсивен.
66. Я нормально воспринимаю различия в людях.
67. Общение с другими людьми значимо само по себе.
68. Люблю, когда меня интеллектуально стимулируют.
69. Я люблю организовывать что-либо.
70. Я часто перескакиваю с одного дела на другое.
71. Общение и работа совместно с другими людьми являются творческим процессом.
72. Самоактуализация является крайне важной для меня.
73. Мне очень нравится играть идеями.
74. Я не люблю попусту терять время.
75. Я люблю делать то, что у меня получается.
76. Взаимодействуя с другими, я учусь.
77. Абстракции интересны для меня.
78. Мне нравятся детали.
79. Я люблю кратко подвести итоги, прежде чем прийти к какому-либо умозаключению.
80. Я достаточно уверен в себе.

Обработка результатов.

Обведите те номера, на которые вы ответили положительно, и отметьте их в приведенной ниже таблице. Посчитайте количество баллов по каждому стилю (один положительный ответ равен 1 баллу). Тот стиль, по которому вы набрали наибольшее количество баллов (по одному стилю не может быть более 20 баллов), наиболее предпочтителен для вас. Если вы набрали одинаковое количество баллов по двум стилям, значит, они оба присущи вам.

Ключ

Стиль 1: 1, 8, 9, 13, 17, 24, 26, 31, 33, 40, 41, 48, 50, 53, 57, 63, 65, 70, 74, 79.

Стиль 2: 2, 7, 10, 14, 18, 23, 25, 30, 34, 37, 42, 47, 51, 55, 58, 62, 66, 69, 75, 78.

Стиль 3: 3, 6, 11, 15, 19, 22, 27, 29, 35, 38, 43, 46, 49, 56, 59, 64, 67, 71, 76, 80.

Стиль 4: 4, 5, 12, 16, 20, 21, 28, 32, 36, 39, 44, 45, 52, 54, 60, 61, 68, 72, 73, 77.

Интерпретация результатов

Стиль 1 — ориентация на действие. Характерно обсуждение результатов, конкретных вопросов, поведения, ответственности, опыта, достижений, решений. Люди, владеющие этим стилем, прагматичны, прямолинейны, решительны, легко переключаются с одного вопроса на другой.

Стиль 2 — ориентация на процесс. Характерно обсуждение фактов, процедурных вопросов, планирования, организации, контролирования, деталей. Человек, владеющий этим стилем, ориентирован на систематичность, последовательность, тщательность. Он честен, многословен и мало эмоционален.

Стиль 3 ориентация на людей. Характерно обсуждение человеческих нужд, мотивов, чувств, «духа работы в команде», понимания, сотрудничества. Люди этого стиля эмоциональны, чувствительны, умеют сопереживать окружающим.

Стиль 4 — ориентация на перспективу, на будущее. Людям этого стиля присуще обсуждение концепций, больших планов, нововведений, различных вопросов, новых

методов, альтернатив. Они обладают хорошим воображением, полны идей, но мало реалистичны и порой их сложно понять.

Задания:

- а) На основе самодиагностики определите стиль делового общения
- б) Дайте обоснование рекомендаций по совершенствованию делового общения.

ПОДГОТОВКА РЕФЕРАТА

Общая характеристика реферата

Написание реферата практикуется в учебном процессе в целях приобретения магистрантом необходимой профессиональной подготовки, развития умения и навыков самостоятельного научного поиска: изучения литературы по выбранной теме, анализа различных источников и точек зрения, обобщения материала, выделения главного, формулирования выводов и т. п. С помощью реферата магистрант может глубже постигать наиболее сложные проблемы дисциплины, учиться лаконично излагать свои мысли, правильно оформлять работу, докладывать результаты своего труда.

Реферат является первой ступенью на пути освоения навыков проведения научно-исследовательской работы. В «Толковом словаре русского языка» дается следующее определение: **«реферат** – краткое изложение содержания книги, статьи, исследования, а также доклад с таким изложением».

Различают два вида реферата:

- *репродуктивный* – воспроизводит содержание первичного текста в форме реферата-конспекта или реферата-резюме. В реферате-конспекте содержится фактическая информация в обобщённом виде, иллюстрированный материал, различные сведения о методах исследования, результатах исследования и возможностях их применения. В реферате-резюме содержатся только основные положения данной темы;

- *продуктивный* – содержит творческое или критическое осмысление реферируемого источника и оформляются в форме реферата-доклада или реферата-обзора. В реферате-докладе, наряду с анализом информации первоисточника, дается объективная оценка проблемы, и он имеет развёрнутый характер. Реферат-обзор составляется на основе нескольких источников и в нем сопоставляются различные точки зрения по исследуемой проблеме.

Магистрант для изложения материала должен выбрать продуктивный вид реферата.

Выбор темы реферата

Магистранту предоставляется право выбора темы реферата из рекомендованного преподавателем дисциплины списка. Выбор темы должен быть осознанным и обоснованным с точки зрения познавательных интересов автора, а также полноты освещения темы в имеющейся научной литературе.

Если интересующая тема отсутствует в рекомендованном списке, то по согласованию с преподавателем магистранту предоставляется право самостоятельно предложить тему реферата, раскрывающую содержание изучаемой дисциплины. Тема не должна быть слишком общей и глобальной, так как небольшой объем работы (до 20-25 страниц без учёта приложений) не позволит раскрыть ее.

Начинать знакомство с избранной темой лучше всего с чтения обобщающих работ по данной проблеме, постепенно переходя к узкоспециальной литературе. При этом следует сразу же составлять

библиографические выходные данные используемых источников (автор, название, место и год издания, издательство, страницы).

На основе анализа прочитанного и просмотренного материала по данной теме следует составить тезисы по основным смысловым блокам, с пометками, собственными суждениями и оценками. Предварительно подобранный в литературных источниках материал может превышать необходимый объем реферата.

Формулирование цели и составление плана реферата

Выбрав тему реферата и изучив литературу, необходимо сформулировать цель работы и составить план реферата.

Цель – это осознаваемый образ предвосхищаемого результата. Возможно, формулировка цели в ходе работы будет меняться, но изначально следует ее обозначить, чтобы ориентироваться на нее в ходе исследования. Формулирование цели реферата рекомендуется осуществлять при помощи глаголов: исследовать, изучить, проанализировать, систематизировать, осветить, изложить (представления, сведения), создать, рассмотреть, обобщить и т. д.

Определяясь с целью дальнейшей работы, параллельно необходимо думать над составлением плана, при этом четко соотносить цель и план работы. Правильно построенный план помогает систематизировать материал и обеспечить последовательность его изложения.

Наиболее традиционной является следующая **структура реферата**:

Титульный лист.

Оглавление (план, содержание).

Введение.

- | | |
|---|------------------|
| 1. (полное наименование главы). | } Основная часть |
| 1.1. (полное название параграфа, пункта); | |
| 1.2. (полное название параграфа, пункта). | |
| 2. (полное наименование главы). | |
| 2.1. (полное название параграфа, пункта); | |
| 2.2. (полное название параграфа, пункта). | |

Заключение (выводы).

Библиография (список использованной литературы).

Приложения (по усмотрению автора).

Титульный лист оформляется в соответствии с Приложением.

Оглавление (план, содержание) включает названия всех глав и параграфов (пунктов плана) реферата и номера страниц, указывающие их начало в тексте реферата.

Введение. В этой части реферата обосновывается актуальность выбранной темы, формулируются цель и задачи работы, указываются используемые материалы и дается их краткая характеристика с точки зрения полноты освещения избранной темы. Объем введения не должен превышать 1-1,5 страницы.

Основная часть реферата может быть представлена двумя или тремя главами, которые могут включать 2-3 параграфа (пункта).

Здесь достаточно полно и логично излагаются главные положения в используемых источниках, раскрываются все пункты плана с сохранением связи между ними и последовательности перехода от одного к другому.

Автор должен следить за тем, чтобы изложение материала точно соответствовало цели и названию главы (параграфа). Материал в реферате рекомендуется излагать своими словами, не допуская дословного переписывания из литературных источников. В тексте обязательны ссылки на первоисточники, т. е. на тех авторов, у которых взят данный материал в виде мысли, идеи, вывода, числовых данных, таблиц, графиков, иллюстраций и пр.

Работа должна быть написана грамотным литературным языком. Сокращение слов в тексте не допускается, кроме общеизвестных сокращений и аббревиатуры. Каждый раздел рекомендуется заканчивать кратким выводом.

Заключение (выводы). В этой части обобщается изложенный в основной части материал, формулируются общие выводы, указывается, что нового лично для себя вынес автор реферата из работы над ним. Выводы делаются с учетом опубликованных в литературе различных точек зрения по проблеме рассматриваемой в реферате, сопоставления их и личного мнения автора реферата. Заключение по объему не должно превышать 1,5-2 страниц.

Библиография (список использованной литературы) – здесь указывается реально использованная для написания реферата литература, периодические издания и электронные источники информации. Список составляется согласно правилам библиографического описания.

Приложения могут включать графики, таблицы, расчеты.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ РЕФЕРАТА

Общие требования к оформлению реферата

Рефераты по дисциплинам магистратуры направления подготовки 38.04.02 – «Менеджмент», как правило, требуют изучения и анализа значительного объема статистического материала, формул, графиков и т. п. В силу этого особое значение приобретает правильное оформление результатов проделанной работы.

Текст реферата должен быть подготовлен в печатном виде. Исправления и пометки не допускаются. Текст работы оформляется на листах формата А4, на одной стороне листа, с полями: левое – 25 мм, верхнее – 20 мм, правое – 15 мм и нижнее – 25 мм. При компьютерном наборе шрифт должен быть таким: тип шрифта Times New Roman, кегль 14, междустрочный интервал 1,5.

Рекомендуемый объем реферата – не менее 20 страниц. Титульный лист реферата оформляется магистрантом по образцу, данному в приложении 1.

Текст реферата должен быть разбит на разделы: главы, параграфы и т. д. Очередной раздел нужно начинать с нового листа.

Все страницы реферата должны быть пронумерованы. Номер страницы ставится снизу страницы, по центру. Первой страницей является титульный лист, но на ней номер страницы не ставится.

Таблицы

Таблицы по содержанию делятся на аналитические и неаналитические. Аналитические таблицы являются результатом обработки и анализа цифровых показателей. Как правило, после таких таблиц делается обобщение, которое вводится в текст словами: «таблица позволяет сделать вывод о том, что...», «таблица позволяет заключить, что...» и т. п.

В неаналитических таблицах обычно помещаются необработанные статистические данные, необходимые лишь для информации и констатации фактов.

Таблицы размещают после первого упоминания о них в тексте таким образом, чтобы их можно было читать без поворота работы или с поворотом по часовой стрелке.

Каждая таблица должна иметь нумерационный и тематический заголовок. Тематический заголовок располагается по центру таблицы, после нумерационного, размещённого в правой стороне листа и включающего надпись «Таблица» с указанием арабскими цифрами номера таблицы. Нумерация таблиц сквозная в пределах каждой главы. Номер таблицы состоит из двух цифр: первая указывает на номер главы, вторая – на номер таблицы в главе по порядку (например: «Таблица 2.2» – это значит, что представленная таблица вторая во второй главе).

Цифры в графах таблиц должны проставляться так, чтобы разряды чисел во всей графе были расположены один под другим. В одной графе количество десятичных знаков должно быть одинаковым. Если данные отсутствуют, то в графах ставят знак тире. Округление числовых значений величин до первого, второго и т. д. десятичного знака для различных значений одного и того же наименования показателя должно быть одинаковым.

Таблицу с большим количеством строк допускается переносить на другую страницу, при этом заголовок таблицы помещают только над ее первой частью, а над переносимой частью пишут «Продолжение таблицы» или «Окончание таблицы». Если в работе несколько таблиц, то после слов «Продолжение» или «Окончание» указывают номер таблицы, а само слово «таблица» пишут сокращенно, например: «Продолжение табл. 1.1», «Окончание табл. 1.1».

На все таблицы в тексте курсовой работы должны быть даны ссылки с указанием их порядкового номера, например: «...в табл. 2.2».

Формулы

Формулы – это комбинации математических знаков, выражающие какие-либо предложения.

Формулы, приводимые в реферате, должны быть наглядными, а обозначения, применяемые в них, соответствовать стандартам.

Пояснения значений символов и числовых коэффициентов следует приводить непосредственно под формулой, в той последовательности, в какой они даны в формуле. Значение каждого символа и числового коэффициента дается с новой строки. Первую строку объяснения начинают со слова «где» без двоеточия после него.

Формулы и уравнения следует выделять из текста свободными строками. Если уравнение не умещается в одну строку, оно должно быть перенесено после знака равенства (=) или после знака (+), минус (–), умножения (x) и деления (:).

Формулы нумеруют арабскими цифрами в пределах всей курсовой работы (реферата) или главы. В пределах реферата используют нумерацию формул одинарную, в пределах главы – двойную. Номер указывают с правой стороны листа на уровне формулы в круглых скобках.

В тексте ссылки на формулы приводятся с указанием их порядковых номеров, например: «...в формуле (2.2)» (второй формуле второй главы).

Иллюстрации

Иллюстрации позволяют наглядно представить явление или предмет такими, какими мы их зрительно воспринимаем, но без лишних деталей и подробностей.

Основными видами иллюстраций являются схемы, диаграммы и графики.

Схема – это изображение, передающее обычно с помощью условных обозначений и без соблюдения масштаба основную идею какого-либо устройства, предмета, сооружения или процесса и показывающее взаимосвязь их главных элементов.

Диаграмма – один из способов изображения зависимости между величинами. Наибольшее распространение получили линейные, столбиковые и секторные диаграммы.

Для построения линейных диаграмм используется координатное поле. По горизонтальной оси в изображенном масштабе откладывается время или факториальные признаки, на вертикальной – показатели на определенный момент (период) времени или размеры результативного независимого признака. Вершины ординат соединяются отрезками – в результате получается ломаная линия.

На столбиковых диаграммах данные изображаются в виде прямоугольников (столбиков) одинаковой ширины, расположенных вертикально или горизонтально. Длина (высота) прямоугольников пропорциональна изображенным ими величинам.

Секторная диаграмма представляет собой круг, разделенный на секторы, величины которых пропорциональны величинам частей изображаемого явления.

График – это результат обработки числовых данных. Он представляет собой условные изображения величин и их соотношений через геометрические фигуры, точки и линии.

Количество иллюстраций в работе должно быть достаточным для пояснения излагаемого текста.

Иллюстрации обозначаются словом «Рис.» и располагаются после первой ссылки на них в тексте так, чтобы их было удобно рассматривать без поворота

работы или с поворотом по часовой стрелке. Иллюстрации должны иметь номер и наименование, расположенные по центру, под ней. Иллюстрации нумеруются в пределах главы арабскими цифрами, например: «Рис. 1.1» (первый рисунок первой главы). Ссылки на иллюстрации в тексте реферата приводят с указанием их порядкового номера, например: «...на рис. 1.1».

При необходимости иллюстрации снабжаются поясняющими данными (подрисуночный текст).

Приложения

Приложение – это часть основного текста, которая имеет дополнительное (обычно справочное) значение, но, тем не менее, необходима для более полного освещения темы. По форме они могут представлять собой текст, таблицы, графики, карты. В приложении помещают вспомогательные материалы по рассматриваемой теме: инструкции, методики, положения, результаты промежуточных расчетов, типовые проекты, имеющие значительный объем, затрудняющий чтение и целостное восприятие текста. В этом случае в тексте приводятся основные выводы (результаты) и делается ссылка на приложение, содержащее соответствующую информацию. Каждое приложение должно начинаться с новой страницы. В правом верхнем углу листа пишут слово «Приложение» и указывают номер приложения. Если в реферате больше одного приложения, их нумеруют последовательно арабскими цифрами, например: «Приложение 1», «Приложение 2» и т. д.

Каждое приложение должно иметь заголовок, который помещают ниже слова «Приложение» над текстом приложения, по центру.

При ссылке на приложение в тексте реферата пишут сокращенно строчными буквами «прил.» и указывают номер приложения, например: «...в прил. 1».

Приложения оформляются как продолжение текстовой части реферата со сквозной нумерацией листов. Число страниц в приложении не лимитируется и не включается в общий объем страниц реферата.

Библиографический список

Библиографический список должен содержать перечень и описание только тех источников, которые были использованы при написании реферата.

В библиографическом списке должны быть представлены монографические издания отечественных и зарубежных авторов, материалы профессиональной периодической печати (экономических журналов, газет и еженедельников), законодательные и др. нормативно-правовые акты. При составлении списка необходимо обратить внимание на достижение оптимального соотношения между монографическими изданиями, характеризующими глубину теоретической подготовки автора, и периодикой, демонстрирующей владение современными экономическими данными.

Наиболее распространенным способом расположения наименований литературных источников является алфавитный. Работы одного автора перечисляются в алфавитном порядке их названий. Исследования на

иностранных языках помещаются в порядке латинского алфавита после исследований на русском языке.

Ниже приводятся примеры библиографических описаний использованных источников.

Статья одного, двух или трех авторов из журнала

Зотова Л. А., Еременко О. В. Инновации как объект государственного регулирования // *Экономист*. 2010. № 7. С. 17–19.

Статья из журнала, написанная более чем тремя авторами

Валютный курс и экономический рост / С. Ф. Алексащенко, А. А. Клепач, О. Ю. Осипова [и др.] // *Вопросы экономики*. 2010. № 8. С. 18–22.

Книга, написанная одним, двумя или тремя авторами

Иохин В. Я. Экономическая теория: учебник. М.: Юристъ, 2009. 178 с.

Книга, написанная более чем тремя авторами

Экономическая теория: учебник / В. Д. Камаев [и др.]. М.: ВЛАДОС, 2011. 143 с.

Сборники

Актуальные проблемы экономики и управления: сборник научных статей. Екатеринбург: УГГУ, 2010. Вып. 9. 146 с.

Статья из сборника

Данилов А. Г. Система ценообразования промышленного предприятия // *Актуальные проблемы экономики и управления: сб. научных статей*. Екатеринбург: УГГУ, 2010. Вып. 9. С. 107–113.

Статья из газеты

Крашаков А. С. Будет ли обвал рубля // *Аргументы и факты*. 2011. № 9. С. 3.

Библиографические ссылки

Библиографические ссылки требуется приводить при цитировании, заимствовании материалов из других источников, упоминании или анализе работ того или иного автора, а также при необходимости адресовать читателя к трудам, в которых рассматривался данный вопрос.

Ссылки должны быть затекстовыми, с указанием номера соответствующего источника (на который автор ссылается в работе) в соответствии с библиографическим списком и соответствующей страницы.

Пример оформления затекстовой ссылки

Ссылка в тексте: «При оценке стоимости земли необходимо учесть все возможности ее производственного использования» [17, С. 191].

В списке использованных источников:

17. *Борисов Е. Ф.* Основы экономики. М.: Юристъ, 2008. 308 с.

ОРГАНИЗАЦИЯ ЗАЩИТЫ РЕФЕРАТА

Необходимо заранее подготовить тезисы выступления (план-конспект).

Порядок защиты реферата.

1. Краткое сообщение, характеризующее цель и задачи работы, ее актуальность, полученные результаты, вывод и предложения.
2. Ответы магистранта на вопросы преподавателя.
3. Отзыв руководителя-консультанта о ходе выполнения работы.

Советы магистранту:

- Готовясь к защите реферата, вы должны вспомнить материал максимально подробно, и это должно найти отражение в схеме вашего ответа. Но тут же необходимо выделить главное, что наиболее важно для понимания материала в целом, иначе вы сможете проговорить все 15-20 минут и не раскрыть существа вопроса. Особенно строго следует отбирать примеры и иллюстрации.

- Вступление должно быть очень кратким – 1-2 фразы (если вы хотите подчеркнуть при этом важность и сложность данного вопроса, то не говорите, что он сложен и важен, а покажите его сложность и важность).

- Целесообразнее вначале показать свою схему раскрытия вопроса, а уж потом ее детализировать.

- Рассказывать будет легче, если вы представите себе, что объясняете материал очень способному и хорошо подготовленному человеку, который не знает именно этого раздела, и что при этом вам обязательно нужно доказать важность данного раздела и заинтересовать в его освоении.

- Строго следите за точностью своих выражений и правильностью употребления терминов.

- Не пытайтесь рассказать побольше за счет ускорения темпа, но и не мямлите.

- Не демонстрируйте излишнего волнения и не напрашивайтесь на сочувствие.

- Будьте особенно внимательны ко всем вопросам преподавателя, к малейшим его замечаниям. И уж ни в коем случае его не перебивайте!

- Не бойтесь дополнительных вопросов – чаще всего преподаватель использует их как один из способов помочь вам или сэкономить время. Если вас прервали, а при оценке ставят в вину пропуск важной части материала, не возмущайтесь, а покажите план своего ответа, где эта часть стоит несколько позже того, на чем вы были прерваны.

- Прежде чем отвечать на дополнительный вопрос, необходимо сначала правильно его понять. Для этого нужно хотя бы немного подумать, иногда переспросить, уточнить: правильно ли вы поняли поставленный вопрос. И при ответе следует соблюдать тот же принцип экономности мышления, а не высказывать без разбора все, что вы можете сказать.

- Будьте доброжелательны и тактичны, даже если к ответу вы не готовы (это вина не преподавателя, а ваша).

ТЕМЫ РЕФЕРАТА

1. Общение как социально-психологическая категория.
2. Коммуникативная культура в деловом общении.
3. Условия общения и причины коммуникативных неудач.
4. Роль невербальных компонентов в речевом общении.
5. Речевой этикет, его основные функции и правила.
6. Причины отступлений от норм в речи, типы речевых ошибок, пути их устранения и предупреждения.
7. Деловая беседа (цели, задачи, виды, структура).
8. Особенности телефонного разговора.
9. Новые тенденции в практике русского делового письма.
10. Культура дискусивно-полемиической речи. Виды споров, приемы и уловки в споре
11. Основные правила эффективного общения.
12. Личность как субъект общения. Коммуникативная компетентность личности.
13. Конфликтное поведение и причины его возникновения в деструктивном взаимодействии.
14. Деловое общение и управление им.
15. Отношения сотрудничества и конфликта в представлениях российских работников.
16. Реформы в России и проблемы общения молодого поколения и работодателей.
17. Культура речи в деловом общении.
18. Содержание закона конгруэнтности и его роль в деловом общении.
19. Этика использования средств выразительности деловой речи.
20. Особенности речевого поведения.
21. Культура устной и письменной речи делового человека в современной России.
22. Вербальные конфликтогены в практике современного российского общества.
23. Этические нормы телефонного разговора.
24. Основные тенденции развития Российской деловой культуры.
25. Характеристика манипуляций в общении.
26. Приемы, стимулирующие общение и создание доверительных отношений.
27. Правила подготовки публичного выступления.
28. Правила подготовки и проведения деловой беседы.
29. Типология конфликтных личностей и способы общения с ними.
30. Этикет и имидж делового человека.

ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

При подготовке к зачету по дисциплине *«Средства коммуникации в учебной и профессиональной деятельности»* обучающемуся рекомендуется:

1. повторить пройденный материал и ответить на вопросы, используя конспект и материалы лекций. Если по каким-либо вопросам у студента недостаточно информации в лекционных материалах, то необходимо получить информацию из раздаточных материалов и/или учебников (литературы), рекомендованных для изучения дисциплины *«Средства коммуникации в учебной и профессиональной деятельности»*.

Целесообразно также дополнить конспект лекций наиболее существенными и важными тезисами для рассматриваемого вопроса;

2. при изучении основных и дополнительных источников информации в рамках выполнения заданий на *зачете* особое внимание необходимо уделять схемам, рисункам, графикам и другим иллюстрациям, так как подобные графические материалы, как правило, в наглядной форме отражают главное содержание изучаемого вопроса;

3. при изучении основных и дополнительных источников информации в рамках выполнения заданий на *зачете* (в случаях, когда отсутствует иллюстративный материал) особое внимание необходимо обращать на наличие в тексте словосочетаний вида «во-первых», «во-вторых» и т.д., а также дефисов и перечислений (цифровых или буквенных), так как эти признаки, как правило, позволяют структурировать ответ на предложенное задание.

Подобную текстовую структуризацию материала слушатель может трансформировать в рисунки, схемы и т. п. для более краткого, наглядного и удобного восприятия (иллюстрации целесообразно отразить в конспекте лекций – это позволит оперативно и быстро найти, в случае необходимости, соответствующую информацию);

4. следует также обращать внимание при изучении материала для подготовки к *зачету* на словосочетания вида «таким образом», «подводя итог сказанному» и т.п., так как это признаки выражения главных мыслей и выводов по изучаемому вопросу (пункту, разделу). В отдельных случаях выводы по теме (разделу, главе) позволяют полностью построить (восстановить, воссоздать) ответ на поставленный вопрос (задание), так как содержат в себе основные мысли и тезисы для ответа.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

Полянок О.В., к.пс.н., доцент

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ**

**ФТД.03 ОСНОВЫ СОЦИАЛЬНОЙ АДАПТАЦИИ И
ПРАВОВЫХ ЗНАНИЙ**

Направление подготовки
29.03.04 Технология художественной обработки материалов

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	3
1	Методические рекомендации по решению практико-ориентированных заданий	5
2	Методические указания по подготовке к опросу	9
3	Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям	11
4	Методические рекомендации по подготовке семинарским занятиям	13
5	Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов	14
	Заключение	17
	Список использованных источников	18

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа студентов может рассматриваться как организационная форма обучения - система педагогических условий, обеспечивающих управление учебной деятельностью студентов по освоению знаний и умений в области учебной и научной деятельности без посторонней помощи.

Самостоятельная работа студентов проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирования практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развития исследовательских умений;
- получения навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется студентами инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует студентам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы, демонстрирует ранее выполненные студентами работы и т. п.

Подразумевается несколько категорий видов самостоятельной работы студентов, значительная часть которых нашла отражения в данных методических рекомендациях:

- работа с источниками литературы и официальными документами (*использование библиотечно-информационной системы*);
- выполнение заданий для самостоятельной работы в рамках учебных дисциплин (*рефераты, эссе, домашние задания, решения практико-ориентированных заданий*);

- реализация элементов научно-педагогической практики (*разработка методических материалов, тестов, тематических портфолио*);
- реализация элементов научно-исследовательской практики (*подготовка текстов докладов, участие в исследованиях*).

Особенностью организации самостоятельной работы студентов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов online и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, контрольные работы, защита творческих работ и электронных презентаций и др.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине.

1. Методические рекомендации по решению практико-ориентированных заданий

Практико-ориентированные задания - метод анализа ситуаций. Суть его заключается в том, что студентам предлагают осмыслить реальную жизненную ситуацию, описание которой одновременно отражает не только какую-либо практическую проблему, но и актуализирует определенный комплекс знаний, который необходимо усвоить при разрешении данной проблемы. При этом сама проблема не имеет однозначных решений.

Использование метода практико-ориентированного задания как образовательной технологии профессионально-ориентированного обучения представляет собой сложный процесс, плохо поддающийся алгоритмизации¹. Формально можно выделить следующие этапы:

- ознакомление студентов с текстом;
- анализ практико-ориентированного задания;
- организация обсуждения практико-ориентированного задания, дискуссии, презентации;
- оценивание участников дискуссии;
- подведение итогов дискуссии.

Ознакомление студентов с текстом практико-ориентированного задания и последующий анализ практико-ориентированного задания чаще всего осуществляются за несколько дней до его обсуждения и реализуются как самостоятельная работа студентов; при этом время, отводимое на подготовку, определяется видом практико-ориентированного задания, его объемом и сложностью.

Общая схема работы с практико-ориентированным заданием на данном этапе может быть представлена следующим образом: в первую очередь следует выявить ключевые проблемы практико-ориентированного задания и понять, какие именно из представленных данных важны для решения; войти в ситуационный контекст практико-ориентированного задания, определить, кто его главные действующие лица, отобрать факты и понятия, необходимые для анализа, понять, какие трудности могут возникнуть при решении задачи; следующим этапом является выбор метода исследования.

Знакомство с небольшими практико-ориентированными заданиями и их обсуждение может быть организовано непосредственно на занятиях. Принципиально важным в этом случае является то, чтобы часть теоретического курса, на которой базируется практико-ориентированное задание, была бы прочитана и проработана студентами.

Максимальная польза из работы над практико-ориентированными заданиями будет извлечена в том случае, если аспиранты при предварительном знакомстве с ними будут придерживаться систематического подхода к их анализу, основные шаги которого представлены ниже:

1. Выпишите из соответствующих разделов учебной дисциплины ключевые идеи, для того, чтобы освежить в памяти теоретические концепции и подходы, которые Вам предстоит использовать при анализе практико-ориентированного задания.
2. Бегло прочтите практико-ориентированное задание, чтобы составить о нем общее представление.
3. Внимательно прочтите вопросы к практико-ориентированному заданию и убедитесь в том, что Вы хорошо поняли, что Вас просят сделать.
4. Вновь прочтите текст практико-ориентированного задания, внимательно фиксируя все факторы или проблемы, имеющие отношение к поставленным вопросам.
5. Прикиньте, какие идеи и концепции соотносятся с проблемами, которые Вам предлагается рассмотреть при работе с практико-ориентированным заданием.

¹ Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально -ориентированного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://evolkov.net/case/case.study.html/>

Организация обсуждения практико-ориентированного задания предполагает формулирование перед студентами вопросов, включение их в дискуссию. Вопросы обычно подготавливают заранее и предлагают студентам вместе с текстом практико-ориентированного задания. При разборе учебной ситуации преподаватель может занимать активную или пассивную позицию, иногда он «дирижирует» разбором, а иногда ограничивается подведением итогов дискуссии.

Организация обсуждения практико-ориентированных заданий обычно основывается на двух методах. Первый из них носит название традиционного Гарвардского метода - открытая дискуссия. Альтернативным методом является метод, связанный с индивидуальным или групповым опросом, в ходе которого аспиранты делают формальную устную оценку ситуации и предлагают анализ представленного практико-ориентированного задания, свои решения и рекомендации, т.е. делают презентацию. Этот метод позволяет некоторым студентам минимизировать их учебные усилия, поскольку каждый аспирант опрашивается один-два раза за занятие. Метод развивает у студентов коммуникативные навыки, учит их четко выражать свои мысли. Однако, этот метод менее динамичен, чем Гарвардский метод. В открытой дискуссии организация и контроль участников более сложен.

Дискуссия занимает центральное место в методе. Ее целесообразно использовать в том случае, когда аспиранты обладают значительной степенью зрелости и самостоятельности мышления, умеют аргументировать, доказывать и обосновывать свою точку зрения. Важнейшей характеристикой дискуссии является уровень ее компетентности, который складывается из компетентности ее участников. Неподготовленность студентов к дискуссии делает ее формальной, превращает в процесс вытаскивания ими информации у преподавателя, а не самостоятельное ее добывание.

Особое место в организации дискуссии при обсуждении и анализе практико-ориентированного задания принадлежит использованию метода генерации идей, получившего название «мозговой атаки» или «мозгового штурма».

Метод «мозговой атаки» или «мозгового штурма» был предложен в 30-х годах прошлого столетия А. Осборном как групповой метод решения проблем. К концу XX столетия этот метод приобрел особую популярность в практике управления и обучения не только как самостоятельный метод, но и как использование в процессе деятельности с целью усиления ее продуктивности. В процессе обучения «мозговая атака» выступает в качестве важнейшего средства развития творческой активности студентов. «Мозговая атака» включает в себя три фазы.

Первая фаза представляет собой вхождение в психологическую раскованность, отказ от стереотипности, страха показаться смешным и неудачником; достигается созданием благоприятной психологической обстановки и взаимного доверия, когда идеи теряют авторство, становятся общими. Основная задача этой фазы - успокоиться и расковаться.

Вторая фаза - это собственно атака; задача этой фазы - породить поток, лавину идей. «Мозговая атака» в этой фазе осуществляется по следующим принципам:

- есть идея, - говорю, нет идеи, - не молчу;
- поощряется самое необузданное ассоциирование, чем более дикой покажется идея, тем лучше;
- количество предложенных идей должно быть как можно большим;
- высказанные идеи разрешается заимствовать и как угодно комбинировать, а также видоизменять и улучшать;
- исключается критика, можно высказывать любые мысли без боязни, что их признают плохими, критикующих лишают слова;
- не имеют никакого значения социальные статусы участников; это абсолютная демократия и одновременно авторитаризм сумасшедшей идеи;
- все идеи записываются в протокольный список идей;

- время высказываний - не более 1-2 минут.

Третья фаза представляет собой творческий анализ идей с целью поиска конструктивного решения проблемы по следующим правилам:

- анализировать все идеи без дискриминации какой-либо из них;
- найти место идее в системе и найти систему под идею;
- не умножать сущностей без надобности;
- не должна нарушаться красота и изящество полученного результата;
- должно быть принципиально новое видение;
- ищи «жемчужину в навозе».

В методе мозговая атака применяется при возникновении у группы реальных затруднений в осмыслении ситуации, является средством повышения активности студентов. В этом смысле мозговая атака представляется не как инструмент поиска новых решений, хотя и такая ее роль не исключена, а как своеобразное «подталкивание» к познавательной активности.

Презентация, или представление результатов анализа практико-ориентированного задания, выступает очень важным аспектом метода *case-study*. Умение публично представить интеллектуальный продукт, хорошо его рекламировать, показать его достоинства и возможные направления эффективного использования, а также выстоять под шквалом критики, является очень ценным интегральным качеством современного специалиста. Презентация оттачивает многие глубинные качества личности: волю, убежденность, целенаправленность, достоинство и т.п.; она вырабатывает навыки публичного общения, формирования своего собственного имиджа.

Публичная (устная) презентация предполагает представление решений практико-ориентированного задания группе, она максимально вырабатывает навыки публичной деятельности и участия в дискуссии. Устная презентация обладает свойством кратковременного воздействия на студентов и, поэтому, трудна для восприятия и запоминания. Степень подготовленности выступающего проявляется в спровоцированной им дискуссии: для этого необязательно делать все заявления очевидными и неопровержимыми. Такая подача материала при анализе практико-ориентированного задания может послужить началом дискуссии. При устной презентации необходимо учитывать эмоциональный настрой выступающего: отношение и эмоции говорящего вносят существенный вклад в сообщение. Одним из преимуществ публичной (устной) презентации является ее гибкость. Оратор может откликаться на изменения окружающей обстановки, адаптировать свой стиль и материал, чувствуя настроение аудитории.

Непубличная презентация менее эффективна, но обучающая роль ее весьма велика. Чаще всего непубличная презентация выступает в виде подготовки отчета по выполнению задания, при этом стимулируются такие качества, как умение подготовить текст, точно и аккуратно составить отчет, не допустить ошибки в расчетах и т.д. Подготовка письменного анализа практико-ориентированного задания аналогична подготовке устного, с той разницей, что письменные отчеты-презентации обычно более структурированы и детализированы. Основное правило письменного анализа практико-ориентированного задания заключается в том, чтобы избежать простого повторения информации из текста, информация должна быть представлена в переработанном виде. Самым важным при этом является собственный анализ представленного материала, его соответствующая интерпретация и сделанные предложения. Письменный отчет - презентация может сдаваться по истечении некоторого времени после устной презентации, что позволяет студентам более тщательно проанализировать всю информацию, полученную в ходе дискуссии.

Как письменная, так и устная презентация результатов анализа практико-ориентированного задания может быть групповая и индивидуальная. Отчет может быть индивидуальным или групповым в зависимости от сложности и объема задания.

Индивидуальная презентация формирует ответственность, собранность, волю; групповая - аналитические способности, умение обобщать материал, системно видеть проект.

Оценивание участников дискуссии является важнейшей проблемой обучения посредством метода практико-ориентированного задания. При этом выделяются следующие требования к оцениванию:

- объективность - создание условий, в которых бы максимально точно выявлялись знания обучаемых, предъявление к ним единых требований, справедливое отношение к каждому;
- обоснованность оценок - их аргументация;
- систематичность - важнейший психологический фактор, организующий и дисциплинирующий студентов, формирующий настойчивость и устремленность в достижении цели;
- всесторонность и оптимальность.

Оценивание участников дискуссии предполагает оценивание не столько набора определенных знаний, сколько умения студентов анализировать конкретную ситуацию, принимать решение, логически мыслить.

Следует отметить, что оценивается содержательная активность студента в дискуссии или публичной (устной) презентации, которая включает в себя следующие составляющие:

- выступление, которое характеризует попытку серьезного предварительного
- анализа (правильность предложений, подготовленность,
- аргументированность и т.д.);
- обращение внимания на определенный круг вопросов, которые требуют углубленного обсуждения;
- владение категориальным аппаратом, стремление давать определения, выявлять содержание понятий;
- демонстрация умения логически мыслить, если точки зрения, высказанные раньше, подытоживаются и приводят к логическим выводам;
- предложение альтернатив, которые раньше оставались без внимания;
- предложение определенного плана действий или плана воплощения решения;
- определение существенных элементов, которые должны учитываться при анализе практико-ориентированного задания;
- заметное участие в обработке количественных данных, проведении расчетов;
- подведение итогов обсуждения.

При оценивании анализа практико-ориентированного задания, данного студентами при непубличной (письменной) презентации учитывается:

- формулировка и анализ большинства проблем, имеющих в практико-ориентированное задание;
- формулировка собственных выводов на основании информации о практико-ориентированное задание, которые отличаются от выводов других студентов;
- демонстрация адекватных аналитических методов для обработки информации;
- соответствие приведенных в итоге анализа аргументов ранее выявленным проблемам, сделанным выводам, оценкам и использованным аналитическим методам.

2. Методические указания по подготовке к опросу

Самостоятельная работа обучающихся включает подготовку к устному или письменному опросу на семинарских занятиях. Для этого обучающийся изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

Письменный опрос

В соответствии с технологической картой письменный опрос является одной из форм текущего контроля успеваемости студента по данной дисциплине. При подготовке к письменному опросу студент должен внимательно изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

При изучении материала студент должен убедиться, что хорошо понимает основную терминологию темы, умеет ее использовать в нужном контексте. Желательно составить краткий конспект ответа на предполагаемые вопросы письменной работы, чтобы убедиться в том, что студент владеет материалом и может аргументировано, логично и грамотно письменно изложить ответ на вопрос. Следует обратить особое внимание на написание профессиональных терминов, чтобы избежать грамматических ошибок в работе. При изучении новой для студента терминологии рекомендуется изготовить карточки, которые содержат новый термин и его расшифровку, что значительно облегчит работу над материалом.

Устный опрос

Целью устного собеседования являются обобщение и закрепление изученного курса. Студентам предлагаются для освещения сквозные концептуальные проблемы. При подготовке следует использовать лекционный материал и учебную литературу. Для более глубокого постижения курса и более основательной подготовки рекомендуется познакомиться с указанной дополнительной литературой. Готовясь к семинару, студент должен, прежде всего, ознакомиться с общим планом семинарского занятия. Следует внимательно прочесть свой конспект лекции по изучаемой теме и рекомендуемую к теме семинара литературу. С незнакомыми терминами и понятиями следует ознакомиться в предлагаемом глоссарии, словаре или энциклопедии².

Критерии качества устного ответа.

1. Правильность ответа по содержанию.
2. Полнота и глубина ответа.
3. Сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала).
4. Логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться профессиональной терминологией).
5. Рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели).
6. Своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе).
7. Использование дополнительного материала (приветствуется, но не обязательно для всех студентов).

²Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://lesgaft.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii_dlya_studentov_21.pdf

8. Рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей студентов)³.

Ответ на каждый вопрос из плана семинарского занятия должен быть содержательным и аргументированным. Для этого следует использовать документы, монографическую, учебную и справочную литературу.

Для успешной подготовки к устному опросу, студент должен законспектировать рекомендуемую литературу, внимательно осмыслить лекционный материал и сделать выводы. В среднем, подготовка к устному опросу по одному семинарскому занятию занимает от 2 до 4 часов в зависимости от сложности темы и особенностей организации обучающимся своей самостоятельной работы.

³Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]:
http://priab.ru/images/metod_agro/Metod_Inostran_yazyk_35.03.04_Agro_15.01.2016.pdf

3.Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям

На практических занятиях необходимо стремиться к самостоятельному решению задач, находя для этого более эффективные методы. При этом студентам надо приучить себя доводить решения задач до конечного «идеального» ответа. Это очень важно для будущих специалистов. Практические занятия вырабатывают навыки самостоятельной творческой работы, развивают мыслительные способности.

Практическое занятие – активная форма учебного процесса, дополняющая теоретический курс или лекционную часть учебной дисциплины и призванная помочь обучающимся освоиться в «пространстве» (тематике) дисциплины, самостоятельно прооперировать теоретическими знаниями на конкретном учебном материале.

Продолжительность одного практического занятия – от 2 до 4 академических часов. Общая доля практических занятий в учебном времени на дисциплину – от 10 до 20 процентов (при условии, что все активные формы займут в учебном времени на дисциплину от 40 до 60 процентов).

Для практического занятия в качестве темы выбирается обычно такая учебная задача, которая предполагает не существенные эвристические и аналитические напряжения и продвижения, а потребность обучающегося «потрогать» материал, опознать в конкретном то общее, о чем говорилось в лекции. Например, при рассмотрении вопросов оплаты труда, мотивации труда и проблем безработицы в России имеет смысл провести практические занятия со следующими сюжетами заданий: «Расчет заработной платы работников предприятия». «Разработка механизма мотивации труда на предприятии N». «В чем причины и особенности безработицы в России?». Последняя тема предполагает уже некоторую аналитическую составляющую. Основная задача первой из этих тем - самим посчитать заработную плату для различных групп работников на примере заданных параметров для конкретного предприятия, т. е. сделать расчеты «как на практике»; второй – дать собственный вариант мотивационной политики для предприятия, учитывая особенности данного объекта, отрасли и т.д.; третьей – опираясь на теоретические знания в области проблем занятости и безработицы, а также статистические материалы, сделать авторские выводы о видах безработицы, характерных для России, и их причинах, а также предложить меры по минимизации безработицы.

Перед проведением занятия должен быть подготовлен специальный материал – тот объект, которым обучающиеся станут оперировать, активизируя свои теоретические (общие) знания и тем самым, приобретая навыки выработки уверенных суждений и осуществления конкретных действий.

Дополнительный материал для практического занятия лучше получить у преподавателя заранее, чтобы у студентов была возможность просмотреть его и подготовить вопросы.

Условия должны быть такими, чтобы каждый мог работать самостоятельно от начала до конца. В аудитории должны быть «под рукой» необходимые справочники и тексты законов и нормативных актов по тематике занятия. Чтобы сделать практическое занятие максимально эффективным, надо заранее подготовить и изучить материал по наиболее интересным и практически важным темам.

Особенности практического занятия с использованием компьютера

Для того чтобы повысить эффективность проведения практического занятия, может использоваться компьютер по следующим направлениям:

- поиск информации в Интернете по поставленной проблеме: в этом случае преподаватель представляет обучающимся перечень рекомендуемых для посещения Интернет-сайтов;
- использование прикладных обучающих программ;
- выполнение заданий с использованием обучающимися заранее установленных преподавателем программ;

- использование программного обеспечения при проведении занятий, связанных с моделированием социально-экономических процессов.

4.Методические рекомендации по подготовке семинарским занятиям

Семинар представляет собой комплексную форму и завершающее звено в изучении определенных тем, предусмотренных программой учебной дисциплины. Комплексность данной формы занятий определяется тем, что в ходе её проведения сочетаются выступления обучающихся и преподавателя: рассмотрение обсуждаемой проблемы и анализ различных, часто дискуссионных позиций; обсуждение мнений обучающихся и разъяснение (консультация) преподавателя; углубленное изучение теории и приобретение навыков умения ее использовать в практической работе.

По своему назначению семинар, в процессе которого обсуждается та или иная научная проблема, способствует:

- углубленному изучению определенного раздела учебной дисциплины, закреплению знаний;
- отработке методологии и методических приемов познания;
- выработке аналитических способностей, умения обобщения и формулирования выводов;
- приобретению навыков использования научных знаний в практической деятельности;
- выработке умения кратко, аргументированно и ясно излагать обсуждаемые вопросы;
- осуществлению контроля преподавателя за ходом обучения.

Семинары представляет собой дискуссию в пределах обсуждаемой темы (проблемы). Дискуссия помогает участникам семинара приобрести более совершенные знания, проникнуть в суть изучаемых проблем. Выработать методологию, овладеть методами анализа социально-экономических процессов. Обсуждение должно носить творческий характер с четкой и убедительной аргументацией.

По своей структуре семинар начинается со вступительного слова преподавателя, в котором кратко излагаются место и значение обсуждаемой темы (проблемы) в данной дисциплине, напоминаются порядок и направления ее обсуждения. Конкретизируется ранее известный обучающимся план проведения занятия. После этого начинается процесс обсуждения вопросов обучающимися. Завершается занятие заключительным словом преподавателя.

Проведение семинарских занятий в рамках учебной группы (20 - 25 человек) позволяет обеспечить активное участие в обсуждении проблемы всех присутствующих.

По ходу обсуждения темы помните, что изучение теории должно быть связано с определением (выработкой) средств, путей применения теоретических положений в практической деятельности, например, при выполнении функций государственного служащего. В то же время важно не свести обсуждение научной проблемы только к пересказу случаев из практики работы, к критике имеющих место недостатков. Дискуссии имеют важное значение: учат дисциплине ума, умению выступать по существу, мыслить логически, выделяя главное, критически оценивать выступления участников семинара.

В процессе проведения семинара обучающиеся могут использовать разнообразные по своей форме и характеру пособия (от доски смелом до самых современных технических средств), демонстрируя фактический, в том числе статистический материал, убедительно подтверждающий теоретические выводы и положения. В завершение обсудите результаты работы семинара и сделайте выводы, что хорошо усвоено, а над чем следует дополнительно поработать.

В целях эффективности семинарских занятий необходима обстоятельная подготовка к их проведению. В начале семестра (учебного года) возьмите в библиотеке необходимые методические материалы для своевременной подготовки к семинарам. Во время лекций, связанных с темой семинарского занятия, следует обращать внимание на то, что необходимо дополнительно изучить при подготовке к семинару (новые официальные документы, статьи в периодических журналах, вновь вышедшие монографии и т.д.).

5. Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов

Экзамен - одна из важнейших частей учебного процесса, имеющая огромное значение.

Во-первых, готовясь к экзамену, студент приводит в систему знания, полученные на лекциях, семинарах, практических и лабораторных занятиях, разбирается в том, что осталось непонятым, и тогда изучаемая им дисциплина может быть воспринята в полном объеме с присущей ей строгостью и логичностью, ее практической направленностью. А это чрезвычайно важно для будущего специалиста.

Во-вторых, каждый хочет быть волевым и сообразительным, выдержанным и целеустремленным, иметь хорошую память, научиться быстро находить наиболее рациональное решение в трудных ситуациях. Очевидно, что все эти качества не только украшают человека, но и делают его наиболее действенным членом коллектива. Подготовка и сдача экзамена помогают студенту глубже усвоить изучаемые дисциплины, приобрести навыки и качества, необходимые хорошему специалисту.

Конечно, успех на экзамене во многом обусловлен тем, насколько систематически и глубоко работал студент в течение семестра. Совершенно очевидно, что серьезно продумать и усвоить содержание изучаемых дисциплин за несколько дней подготовки к экзамену просто невозможно даже для очень способного студента. И, кроме того, хорошо известно, что быстро выученные на память разделы учебной дисциплины так же быстро забываются после сдачи экзамена.

При подготовке к экзамену студенты не только повторяют и дорабатывают материал дисциплины, которую они изучали в течение семестра, они обобщают полученные знания, осмысливают методологию предмета, его систему, выделяют в нем основное и главное, воспроизводят общую картину с тем, чтобы яснее понять связь между отдельными элементами дисциплины. Вся эта обобщающая работа проходит в условиях напряжения воли и сознания, при значительном отвлечении от повседневной жизни, т. е. в условиях, благоприятствующих пониманию и запоминанию.

Подготовка к экзаменам состоит в приведении в порядок своих знаний. Даже самые способные студенты не в состоянии в короткий период зачетно-экзаменационной сессии усвоить материал целого семестра, если они над ним не работали в свое время. Для тех, кто мало занимался в семестре, экзамены принесут мало пользы: что быстро пройдено, то быстро и забудется. И хотя в некоторых случаях студент может «проскочить» через экзаменационный барьер, в его подготовке останется серьезный пробел, трудно восполняемый впоследствии.

Определив назначение и роль экзаменов в процессе обучения, попытаемся на этой основе пояснить, как лучше готовиться к ним.

Экзаменам, как правило, предшествует защита курсовых работ (проектов) и сдача зачетов. К экзаменам допускаются только студенты, защитившие все курсовые работы (проекты) и сдавшие все зачеты. В вузе сдача зачетов организована так, что при систематической работе в течение семестра, своевременной и успешной сдаче всех текущих работ, предусмотренных графиком учебного процесса, большая часть зачетов не вызывает повышенной трудности у студента. Студенты, работавшие в семестре по плану, подходят к экзаменационной сессии без напряжения, без излишней затраты сил в последнюю, «зачетную» неделю.

Подготовку к экзамену следует начинать с первого дня изучения дисциплины. Как правило, на лекциях подчеркиваются наиболее важные и трудные вопросы или разделы дисциплины, требующие внимательного изучения и обдумывания. Нужно эти вопросы выделить и обязательно постараться разобраться в них, не дожидаясь экзамена, проработать их, готовясь к семинарам, практическим или лабораторным занятиям, попробовать самостоятельно решить несколько типовых задач. И если, несмотря на это, часть материала осталась неувоенной, ни в коем случае нельзя успокаиваться, надеясь на то, что это не

попадется на экзамене. Факты говорят об обратном; если те или другие вопросы учебной дисциплины не вошли в экзаменационный билет, преподаватель может их задать (и часто задает) в виде дополнительных вопросов.

Точно такое же отношение должно быть выработано к вопросам и задачам, перечисленным в программе учебной дисциплины, выдаваемой студентам в начале семестра. Обычно эти же вопросы и аналогичные задачи содержатся в экзаменационных билетах. Не следует оставлять без внимания ни одного раздела дисциплины: если не удалось в чем-то разобраться самому, нужно обратиться к товарищам; если и это не помогло выяснить какой-либо вопрос до конца, нужно обязательно задать этот вопрос преподавателю на предэкзаменационной консультации. Чрезвычайно важно приучить себя к умению самостоятельно мыслить, учиться думать, понимать суть дела. Очень полезно после проработки каждого раздела восстановить в памяти содержание изученного материала, кратко записав это на листе бумаги, создать карту памяти (умственную карту), изобразить необходимые схемы и чертежи (логико-графические схемы), например, отобразить последовательность вывода теоремы или формулы. Если этого не сделать, то большая часть материала останется не понятой, а лишь формально заученной, и при первом же вопросе экзаменатора студент убедится в том, насколько поверхностно он усвоил материал.

В период экзаменационной сессии происходит резкое изменение режима работы, отсутствует посещение занятий по расписанию. При всяком изменении режима работы очень важно скорее приспособиться к новым условиям. Поэтому нужно сразу выбрать такой режим работы, который сохранился бы в течение всей сессии, т. е. почти на месяц. Необходимо составить для себя новый распорядок дня, чередуя занятия с отдыхом. Для того чтобы сократить потерю времени на включение в работу, рабочие периоды целесообразно делать длительными, разделив день примерно на три части: с утра до обеда, с обеда до ужина и от ужина до сна.

Каждый рабочий период дня надо заканчивать отдыхом. Наилучший отдых в период экзаменационной сессии - прогулка, кратковременная пробежка или какой-либо неустойчивый физический труд.

При подготовке к экзаменам основное направление дают программа учебной дисциплины и студенческий конспект, которые указывают, что наиболее важно знать и уметь делать. Основной материал должен прорабатываться по учебнику (если такой имеется) и учебным пособиям, так как конспекта далеко недостаточно для изучения дисциплины. Учебник должен быть изучен в течение семестра, а перед экзаменом сосредоточьте внимание на основных, наиболее сложных разделах. Подготовку по каждому разделу следует заканчивать восстановлением по памяти его краткого содержания в логической последовательности.

За один - два дня до экзамена назначается консультация. Если ее правильно использовать, она принесет большую пользу. Во время консультации студент имеет полную возможность получить ответ на нее и ясные ему вопросы. А для этого он должен проработать до консультации все темы дисциплины. Кроме того, преподаватель будет отвечать на вопросы других студентов, что будет для вас повторением и закреплением знаний. И еще очень важное обстоятельство: преподаватель на консультации, как правило, обращает внимание на те вопросы, по которым на предыдущих экзаменах ответы были неудовлетворительными, а также фиксирует внимание на наиболее трудных темах дисциплины. Некоторые студенты не приходят на консультации либо потому, что считают, что у них нет вопросов к преподавателю, либо полагают, что у них и так мало времени и лучше самому прочитать материал в конспекте или в учебнике. Это глубокое заблуждение. Никакая другая работа не сможет принести столь значительного эффекта накануне экзамена, как консультация преподавателя.

Но консультация не может возместить отсутствия длительной работы в течение семестра и помочь за несколько часов освоить материал, требующийся к экзамену. На консультации студент получает ответы на трудные или оставшиеся неясными вопросы и, следовательно, дорабатывается материал. Консультации рекомендуется посещать,

подготовив к ним все вопросы, вызывающие сомнения. Если студент придет на консультацию, не проработав всего материала, польза от такой консультации будет невелика.

Очень важным условием для правильного режима работы в период экзаменационной сессии является нормальный сон. Подготовка к экзамену не должна идти в ущерб сну, иначе в день экзамена не будет чувства свежести и бодрости, необходимых для хороших ответов. Вечер накануне экзамена рекомендуем закончить небольшой прогулкой.

Итак, *основные советы* для подготовки к сдаче зачетов и экзаменов состоят в следующем:

- лучшая подготовка к зачетам и экзаменам - равномерная работа в течение всего семестра;
- используйте программы учебных дисциплин - это организует вашу подготовку к зачетам и экзаменам;
- учитывайте, что для полноценного изучения учебной дисциплины необходимо время;
- составляйте планы работы во времени;
- работайте равномерно и ритмично;
- курсовые работы (проекты) желательно защищать за одну - две недели до начала зачетно-экзаменационной сессии;
- все зачеты необходимо сдавать до начала экзаменационной сессии;
- помните, что конспект не заменяет учебник и учебные пособия, а помогает выбрать из него основные вопросы и ответы;
- при подготовке наибольшее внимание и время уделяйте трудным и непонятным вопросам учебной дисциплины;
- грамотно используйте консультации;
- соблюдайте правильный режим труда и отдыха во время сессии, это сохранит работоспособность и даст хорошие результаты;
- учитесь владеть собой на зачете и экзамене;
- учитесь точно и кратко передавать свои мысли, поясняя их, если нужно, логико-графическими схемами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методические указания по выполнению самостоятельной работы обучающихся являются неотъемлемой частью процесса обучения в вузе. Правильная организация самостоятельной работы позволяет обучающимся развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, способствует формированию навыков совершенствования профессионального мастерства. Также внеаудиторное время включает в себя подготовку к аудиторным занятиям и изучение отдельных тем, расширяющих и углубляющих представления обучающихся по разделам изучаемой дисциплины.

Таким образом, обучающийся используя методические указания может в достаточном объеме усвоить и успешно реализовать конкретные знания, умения, навыки и получить опыт при выполнении следующих условий:

- 1) систематическая самостоятельная работа по закреплению полученных знаний и навыков;
- 2) добросовестное выполнение заданий;
- 3) выяснение и уточнение отдельных предпосылок, умозаключений и выводов, содержащихся в учебном курсе;
- 4) сопоставление точек зрения различных авторов по затрагиваемым в учебном курсе проблемам; выявление неточностей и некорректного изложения материала в периодической и специальной литературе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брандес М. П. Немецкий язык. Переводческое реферирование: практикум. М.: КДУ, 2008. – 368с.
2. Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально - ориентированного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://evolkov.net/case/case.study.html/>
3. Методические рекомендации по написанию реферата. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.hse.spb.ru/edu/recommendations/method-referat-2005.phtml>
4. Фролова Н. А. Реферирование и аннотирование текстов по специальности: Учеб. пособие / ВолгГТУ, Волгоград, 2006. - С.5.
5. Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://lesgaft.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii_dlya_studentov_21.pdf